



PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE ENVASES DE SEMESA

Septiembre 2017

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
1.1	DATOS GENERALES DE UBICACIÓN	5
1.2	OBJETIVOS DEL PRESENTE TRABAJO	6
1.3	BREVE RESUMEN Y PRINCIPALES DATOS SIGNIFICATIVOS SOBRE LA ACTIVIDAD	6
1.4	IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO EN ENTORNOS INDUSTRIALES	7
1.5	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	8
1.5.1	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	8
1.5.2	ESTRATEGIAS UTILIZADAS	9
2	ESTUDIO PREVIO	11
2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y JORNADAS DE TRABAJO	11
2.2	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	13
2.2.1	TROMEL DE CRIBA	14
2.2.2	SEPARADORES BALÍSTICOS	15
2.2.3	ABRE BOLSAS	17
2.2.4	TRANSPRTADORES DE BANDA	19
2.2.5	CINTAS ACELERADORAS	20
2.2.6	SEPARADORES FÉRRICOS	20
2.2.7	SEPARADOR DE INDUCCIÓN	21
2.2.8	SEPARADORES OPTICOS	22
2.2.9	SISTEMA DE CAPTACIÓN DE FILM	23
2.2.10	BUNKERS	27
2.2.11	SISTEMA CCTV	27
2.2.12	PRENSAS	28
2.2.13	COMPACTADORA	32
2.2.14	MONITORIZACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO	34
2.3	JUSTIFICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	36
3	PLAN DE MANTENIMIENTO	37
3.1	ESTRUCTURA DE DATOS	38
3.2	CRITERIO DE CODIFICACIÓN	39
3.2.1	CODIFICACIÓN DE EQUIPOS/INSTALACIONES	39
3.2.2	CODIFICACIÓN DE GAMAS	39
3.2.3	CODIFICACIÓN DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO (OPM)	39
3.2.4	LISTA DE CÓDIGOS	40
3.2.5	EQUIPOS / INSTALACIONES	44
3.2.6	GAMAS Y OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	48
3.2.7	CALENDARIO PROGRAMADO DE REVISIONES	50
4	ESTUDIO DE CARGAS DE TRABAJO	51
4.1	DISTRIBUCIÓN POR INTERVALOS EN LOS TIEMPOS PREVISTOS	51
4.2	GAMAS POR FRECUENCIA	52
4.3	GAMAS POR ESPECIALIDAD	53
4.4	GAMAS POR ESTADO DE LA MÁQUINA	54
4.5	GAMAS POR TIPO DE OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO	55
5	ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	56

5.1	EQUIPO DE MANTENIMIENTO Y ORGANIZACIÓN DE TURNOS DE TRABAJO	56
5.2	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	59
5.3	MEDIOS Y HERRAMIENTAS	62
5.4	HERRAMIENTAS COMUNES	64
5.5	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y UNIFORMIDAD	64
5.6	MEDIOS AUXILIARES	65
5.7	FORMACIÓN MÍNIMA EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	65
6	ESTUDIO ECONÓMICO	66
6.1	DETERMINACIÓN DEL COSTE DE MANO DE OBRA	66
7	ANEXO 1: FICHAS DE EQUIPOS	68
8	ANEXO 2: GAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	69
9	ANEXO 3: FICHAS DE ENGRASE	70

1 INTRODUCCIÓN

1.1 DATOS GENERALES DE UBICACIÓN

SELECTIVES METROPOLITANES S.A (SEMESA) es una empresa 100% participada por TRATAMIENTO Y SELECCIÓN DE RESIDUOS S.A. (TERSA) cuya actividad es el tratamiento y asimilación de residuos municipales y asimilables del ámbito metropolitano. En lo que respecta SEMESA dentro del grupo, dispone de una planta cuya actividad es la selección de evases ligeros procedentes de la recogida selectiva en función de su composición y cuyo destino es el posterior tratamiento por empresas especializadas. Dispone de otra planta, cuya actividad es la selección de residuos voluminosos y trituración de maderas procedentes de la recogida selectiva en el area metropolitana de Barcelona. Ambas plantas se encuentran situadas en en la Ctra. Camí Antic de Barcelona a València, B-210 Km 1, dentro del término municipal de Gavà limitando con el de Viladecans. El presente trabajo se centra únicamente en la planta de selecció de envases.



Figura 1.1.1. Imagen de satélite de Semesa

1.2 OBJETIVOS DEL PRESENTE TRABAJO

Las instalaciones actuales ubicadas en la planta de envases están en funcionamiento desde el año 2014. Semesa tiene la necesidad de elaborar un plan de actuación para conservar el estado de las instalaciones, que aunque son relativamente nuevas, debido a las características del entorno de trabajo y necesidades de producción, experimentan un inevitable envejecimiento que ha de ser vigilado y dilatado en el tiempo tanto como sea posible. Es por ello que se encomienda a INGEWATT el estudio de necesidades y el desarrollo de un plan de mantenimiento en estas instalaciones que pueda ser implementado.

1.3 BREVE RESUMEN Y PRINCIPALES DATOS SIGNIFICATIVOS SOBRE LA ACTIVIDAD

El proceso productivo de la planta de envases es un proceso de selección y separación de residuos cuya materia de origen procede de la recogida selectiva en el ámbito metropolitano tal como se ha comentado anteriormente. El proceso de selección se realiza principalmente según el tipo de material, volumen y densidad. El material a seleccionar consiste en envases plásticos, film, cartón, bricks y latas. El material no aprovechable también se separa como rechazo, como por ejemplo restos de materia orgánica. Los medios utilizados para realizar la selección son mayoritariamente automáticos. También se realiza una separación manual.

En lo que respecta a medios automáticos se utilizan dispositivos de detección y/o separación magnéticos, por inducción, ópticos, por densidad y volumen.

La separación de los residuos aprovechables queda dividido en siete clases:

- ✓ Pead Natural. Envases de Polietileno de alta densidad sin tintes.
- ✓ Pead Color. Envases de Polietileno de alta densidad con tintes. Envases de detergentes y similar.
- ✓ Film plástico. Bolsas y film
- ✓ Cartón. Cajas de cartón y similar. Se incluye también el papel.
- ✓ Brick. Envases brick de bebidas y otros
- ✓ Pet. Envases de Tereftalato de Polietileno como por ejemplo botellas de agua mineral.
- ✓ Mix. Yogures, envases de alimentación y en general materiales de composición plástica y morfología mixta.

Finalmente el material clasificado se prensa y se embala para ser transportado a las empresas de reciclaje correspondientes.

En las empresas de reciclaje generalmente el material plástico se tritura, extrusiona y finalmente se grancea de tal forma que se convierte en materia prima de máquinas de inyección de plásticos y otro tipo de máquinas de procesamiento de plástico para fabricar nuevos productos, cerrándose de esta forma la cadena de reciclaje. En lo que respecta al rechazo se transporta a otros gestores de residuos autorizados.

Según datos publicados en la web oficial de TERSA en el ejercicio 2016 se procesaron 22.157 toneladas de material procedente de los contenedores amarillos, de las cuales se recuperó el 64,7% (14.346 toneladas) El 35,3% restante fue producto de rechazo. De las 14.346 toneladas recicladas 10.541 toneladas corresponde a envases plásticos que representa el 47,6% del total (contando producto de reciclado y rechazo). El resto reciclable corresponde a bricks, latas, papel y cartón.

Considerando que aproximadamente la planta procesa material 247 días al año el ratio medio de material recuperado en 2016 se situó 58 toneladas/día y el ratio medio de material procesado fue de 89,7 toneladas/día. Como generalmente existe dos turnos de producción cada hora se procesan 5,6 toneladas de material de las cuales se recuperan 3,6 toneladas.

1.4 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO EN ENTORNOS INDUSTRIALES

Considerando que el 87% del material que entra en la planta ha de ser procesado la disponibilidad de las instalaciones, el rendimiento y la calidad del producto son puntos clave para mantener estos volúmenes de producción.

Se define como disponibilidad el tiempo que una instalación está a disposición para estar en funcionamiento respecto el intervalo de tiempo el cual está previsto manufacturar o procesar. Se trata de un indicador expresado en porcentaje y que está estrechamente relacionado con el rendimiento, aunque cabe diferenciar ambos indicadores, pues la disponibilidad no depende del factor humano, mientras que el rendimiento puede estar condicionado por el buen funcionamiento de las instalaciones y también por el factor humano.

$$\text{disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo total planificado} - \text{paradas imprevistas}}{\text{tiempo total planificado}} \times 100$$

Una avería paralizante condiciona la disponibilidad y una cinta transportadora que se desplaza a una velocidad inferior a la prevista condiciona el rendimiento. Por otro lado la calidad puede no ser óptima debido, por ejemplo a la selección y separación automática de material, si no se procesa correctamente. Se trataría entonces de una causa asociada al correcto funcionamiento de las instalaciones.

Para poder medir la influencia de estos factores puede recurrirse a un indicador denominado como OEE (Overall Equipment Efficiency) el cual relaciona disponibilidad, rendimiento y calidad. Se trata pues de un indicador de productividad que relaciona tres variables, las cuales están condicionadas total o en parte por el buen funcionamiento de las instalaciones.

$$OEE = \text{disponibilidad} \times \text{rendimiento} \times \text{calidad}$$

La planta de envases de Semesa se caracteriza por ser un sistema de instalaciones de producción en línea, donde el proceso es continuo y está automatizado. El proceso está centralizado y supervisado desde una sala técnica a través de un scada, luego la interferencia del factor humano es mínima en la mayor parte del proceso, a excepción de la zona de triaje, donde se realiza un control de calidad y una persona con movilidad que se encarga de solucionar atascos y/o acumulación de material en las zonas más susceptibles.

La línea de producción no tiene posibilidad de redundancia. Esto significa que una avería paralizante en una zona detiene el proceso entero, puesto que produce un cuello de botella, hablando en términos de organización de la producción.

Según lo comentado anteriormente el buen funcionamiento de las instalaciones contribuye mayoritariamente a alcanzar un OEE calificado dentro de la excelencia, o bien todo lo contrario. De la misma forma un mal funcionamiento de las instalaciones será la causa que se produzca dos de los siete despilfarros descritos por Taiichi Ohno (Creador del sistema Just in Time o sistema de producción Toyota), el despilfarro por esperas y por productos defectuosos, claro está que son dos términos muy genéricos pero al mismo tiempo identificables en la planta. Esperas debidas a averías y productos defectuosos si el material no está correctamente seleccionado y separado.

Para minimizar el impacto de las instalaciones sobre estos indicadores se hace necesario la implantación de un plan de mantenimiento que se ajuste a las necesidades de producción, pero que al mismo tiempo maximice la disponibilidad de las instalaciones.

1.5 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

El plan de mantenimiento define las estrategias, operaciones a realizar, tiempos y formas para que las instalaciones estén disponibles para funcionar.

Las actividad de la empresa, tipología de instalaciones y el entorno de trabajo son variables a tener en cuenta para definir la estrategia de mantenimiento a ejecutar. No necesariamente conviene que el plan de mantenimiento esté basado en una única estrategia, sino más bien en una combinación de todas ellas o algunas de ellas. La idea es que el plan de mantenimiento se adapte en lo posible a las necesidades de producción y no lo contrario

1.5.1 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Las operaciones de mantenimiento que pueden ejecutarse en las instalaciones y que son definidas en el plan de mantenimiento se pueden clasificar en los siguientes tipos:

Inspecciones visuales: Son aquellas operaciones no invasivas o en las que la interferencia del operario es mínima. Tienen como fin evaluar el estado de las instalaciones en un primer nivel invirtiendo para ello una cantidad de tiempo mínima. Se trata de un tipo de operación imprecisa, pero al mismo tiempo eficiente, ya que en ellas se detecta la gran mayoría de problemas, que aunque algunos de ellos requieran realizar otras comprobaciones más extensas es una forma de que se identifique su urgencia. Una parte de este tipo de operaciones puede ser realizado con la máquina en marcha si se toman rigurosamente todas las medidas de seguridad, aunque la mayoría solamente pueden ser realizadas con la máquina parada.

Limpiezas técnicas especializadas: Son aquellas tareas de limpieza en el interior de la máquina y en zonas específicas de la misma con cierta criticidad, bien por el procedimiento de limpieza a seguir que requerirá especialización del trabajador, porque existe riesgo potencial de avería o riesgo potencial de accidente si el trabajo no se realiza correctamente. Estas tareas deben realizarse con la máquina parada tomando todas las medidas de seguridad para evitar su puesta en marcha no controlada.

Limpiezas de primer nivel: Son aquellas tareas de limpieza que tienen como fin evitar posibles defectos de funcionamiento debido a restos de producto, además de mantener un clima de orden en el centro de trabajo. Estas tareas deben realizarse también con la máquina parada.

Engrases y lubricación: Son tareas imprescindibles en máquinas y automatismos donde existe partes mecánicas móviles de desgaste. Pueden ser realizadas por personal poco especializado, aunque al mismo tiempo son tareas metódicas que requieren alto rigor.

Intervenciones: Son trabajos de reparación, ajuste o bien implementar una modificación. Normalmente deben ser realizadas por personal especializado y requieren tiempos de actuación elevados. Por lo general son operaciones que deben evitarse en la medida de lo posible.

Ensayos y verificaciones: Medición de magnitudes físicas, figuras de mérito, o parámetros de calidad. Son realizadas por personal especializado han de realizarse con un alto rigor. Requieren un seguimiento para monitorizar la evolución de las mismas. Pueden ser realizadas con la máquina parada o en funcionamiento, según la necesidad. Requieren una inversión de tiempo moderado en comparación con la el tiempo empleado en una intervención.

Ajustes: Consiste en pequeños ajustes mecánicos o instrumentales que son necesarios para que una máquina funcione correctamente cumpliendo las especificaciones de calidad establecidas. Requieren una inversión de tiempo del mismo orden de magnitud en promedio que los ensayos y verificaciones.

1.5.2 ESTRATEGIAS UTILIZADAS

La estrategias de mantenimiento a emplear estarán basadas en las operaciones descritas anteriormente y de forma generalizada son las siguientes:

Mantenimiento preventivo

Son operaciones realizadas en las instalaciones que tienen como propósito revisar su estado y buen funcionamiento, identificando posibles anomalías para su corrección en el mismo momento, si se trata de pequeñas intervenciones, o programar su posterior reparación si se trata de operaciones cuyo tiempo requerido suponga una desviación importante respecto el tiempo que está previsto destinar a esa máquina en ese momento.

Generalmente la idea es evitar un mal mayor si se detecta a tiempo el problema, así como evitar un paro de máquina intempestivo.

Para planificar el mantenimiento basado en esta estrategia se definen unas operaciones de revisión a realizar las cuales se definen según los siguientes criterios:

- Operaciones recomendadas por los fabricantes de los equipos.
- Operaciones basadas en la propia experiencia del mantenedor, que a su vez tiene en cuenta la experiencia del cliente en su centro de trabajo
- Operaciones establecidas en instrucciones técnicas, directivas europeas, normas europeas y normas españolas de entidades reconocidas, si estas son aprobadas por disposiciones con fuerza de ley con rango estatal o inferior. En este caso son operaciones a realizar de forma obligatoria con el objetivo de preservar la seguridad y siempre tienen un carácter de mínimos. Es lo que se denomina como mantenimiento normativo.

A cada operación se le asigna una frecuencia y tiempo previsto para realizar el trabajo.

Mantenimiento predictivo

Es una estrategia que deriva del mantenimiento preventivo. Consiste en definir operaciones de mantenimiento asignando frecuencias y tiempos como en el caso del mantenimiento preventivo. La diferencia está en que las operaciones están basadas mayoritariamente en ensayos y verificaciones.

Es requerido una gestión del histórico de resultados, así como el análisis de los mismos y en consecuencia un seguimiento más personalizado. Para poder realizar estas operaciones suele ser necesario el uso de instrumentos de medida dedicados, cuyo precio suele ser elevado. Además se necesita un alto nivel de cualificación. En algunos casos es necesario recurrir a métodos estadísticos para estimar probabilidades de falla o bien para realizar predicciones de la necesidad de reposición de recambios.

El objetivo de esta estrategia es planificar un mantenimiento correctivo de importancia, para evitar que se produzca un mal mayor. Suele ser empleado en aquellas máquinas donde, de producirse una avería puede desencadenar un siniestro, un accidente grave o bien requerir una reparación que económicamente sea insostenible, bien por el alto coste de la misma o bien por el coste/oportunidad de tener la planta parada.

Mantenimiento correctivo programado

Se trata de una estrategia de mantenimiento basada en intervenciones, las cuales se programan previamente y de las que se estima su tiempo. Esto facilita que sea integrada en el plan de producción semanal, aunque debido a los elevados tiempos que en muchos casos son necesarios invertir no es tarea fácil evitar, aunque pueda ser mínima, una interferencia con la producción. Dicho esto se puede afirmar que no es una estrategia generalmente deseada, pero en muchas ocasiones es necesaria.

Cabe diferenciar las intervenciones programadas que forman parte del mantenimiento preventivo de las intervenciones programadas que forman parte del mantenimiento correctivo. En ambos casos el tiempo necesario para realizar el trabajo puede ser similar, incluso podría ser mayor el empleado en el mantenimiento preventivo. La diferencia está que cuando dicha intervención pueda ser programada e incluida en el plan anual de mantenimiento preventivo, se considera que forma parte del mismo. Sin embargo, si a consecuencia de una inspección visual o de un mantenimiento predictivo o preventivo se detecta una anomalía que requiere programar una intervención entonces ha de ser considerado como mantenimiento correctivo programado.

La planificación del mantenimiento correctivo siempre se suele realizar a corto plazo, mayoritariamente por la necesidad que tiene realizar la intervención.

Mantenimiento basado en la oportunidad

En el caso de tener pendiente de ejecución intervenciones no prioritarias o no críticas es habitual emplear la oportunidad como mejor forma de programar la intervención. Es decir aprovechar un paro de producción imprevisto e inevitable como oportunidad para intervenir. Esta forma de proceder no siempre es posible. Depende del sistema productivo de la planta. Concretamente en lo que respecta a la planta de envases se puede optar por esta estrategia en los paros programados para el descanso del personal de producción. No obstante la carga de trabajo disponible a emplear usando esta estrategia difícilmente superará el 6% respecto la carga de trabajo total dedicada a mantenimiento preventivo.

Mantenimiento conductivo

Engloba tareas de verificación de parámetros, magnitudes físicas, inspecciones visuales con la máquina en funcionamiento y pequeñas operaciones de explotación de la planta. Ejemplo verificar temperatura de los rodamientos en una cinta transportadora.

Algunos aspectos clave pueden ser de ayuda para diferenciar el mantenimiento conductivo del predictivo en lo que respecta a ensayos y verificaciones:

Son operaciones realizadas generalmente por personal no especializado con una dificultad de primer nivel. De hecho cuando se trata de medir magnitudes físicas el operario anota la lectura sin que necesariamente tenga que comprender su significado o realizar un análisis.

Suelen ser tareas rutinarias que se repiten diaria o semanalmente y suelen requerir poco tiempo para realizarse. Generan mucha documentación registral pero no de análisis, a diferencia del mantenimiento predictivo que generalmente tiene asociado un informe a una operación realizada, la cual requiere alta dedicación en análisis y síntesis de resultados.

El histórico registral de las operaciones son analizadas pero no por el operario, sino por el responsable de mantenimiento o por su departamento de ingeniería, si existe.

Averías

No se trata de una estrategia de mantenimiento y como tal no forma parte del plan. Se trata de un fallo imprevisto en el funcionamiento de las instalaciones que no es deseado y que generalmente se ha de intervenir de forma prioritaria. Genera despilfarro, interfiere en la disponibilidad de máquina y aumenta los costes de producción.

Las operaciones de mantenimiento son siempre intervenciones y los tiempos necesarios para reestablecer el funcionamiento normal suelen tener un rango muy amplio. Desde pocos minutos hasta varios días.

Se ha de considerar que aun disponiendo de un plan de mantenimiento que se cumple rigurosamente no es posible eliminar completamente la avería, aunque la probabilidad de falla puede llegar a ser muy reducida, incluso el tiempo medio entre fallos puede ser de años, según el tipo de máquina y planta industrial.

2 ESTUDIO PREVIO

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y JORNADAS DE TRABAJO

Como se comentó en el capítulo anterior la planta de envases consta de una única línea productiva que trabaja en modo continuo, aunque no las 24 horas del día. Generalmente su horario de funcionamiento pleno suele abarcar dos turnos de trabajo de lunes a viernes. Los fines de semana la planta produce según necesidades de forma ocasional. Generalmente para recuperar producción debido a incidencias técnicas y/o de calidad. El turno de noche de lunes a viernes se destina a realizar limpieza de primer nivel. En este turno actualmente se realizan tareas de mantenimiento mayoritariamente preventivo y correctivo según la planificación prevista por el responsable de mantenimiento.

Las instalaciones están automatizadas y es posible supervisar el funcionamiento mediante un SCADA ubicado en una sala técnica. El proceso consta de las fases siguientes:

- **Alimentación de material en línea:** Todo el material procedente de los contenedores se transporta en camiones hasta la planta de envases donde se deposita en una zona habilitada. Posteriormente el material se deposita en un transportador de cadenas mediante una pala cargadora. De esta forma se produce un flujo de entrada de material hacia el proceso.
- **Trommel:** Realiza un proceso de cribado secuencial de material según su volumen de forma que el material se reparte aproximadamente en las siguientes fracciones:
 - ✓ 0-50mm: Material de pequeño tamaño generalmente de rechazo, como puede ser materia orgánica, tierras, pequeños metales, cristales, etc.
 - ✓ 100-250mm: Envases sueltos de distinta tipología y morfología.
 - ✓ 250mm-350mm: Bolsas cerradas que contienen envases.
 - ✓ Resto de material no cribado que generalmente es voluminoso.

Aproximadamente es capaz de procesar 112 m³/h hora de residuos

- **Procesado de material de rechazo:** El material de pequeño tamaño, que no se puede recuperar, es desplazado por medio de cintas transportadoras de banda hasta una estación compactadora, donde se almacena en un contenedor para posteriormente ser transportado hasta las empresas de gestión de residuos. Previamente el material pasa por un separador magnético que separa los pequeños fragmentos de material ferro magnético y éstos son transportados hasta una prensa de metales.
- **Separadores balísticos:** El material a recuperar generalmente procede del trommel como envases sueltos o bien estará contenido dentro de bolsas. En ambos casos el material es conducido a dos separadores balísticos que trabajan en serie. En el caso de las bolsas antes de entrar en los separadores son abiertas por medio de una máquina abre bolsas. De esta forma todo el material que entra en los separadores balísticos está suelto y preparado para su selección.

El proceso de separación balística permite seleccionar el material en tres fracciones según su volumen, densidad y forma:

- ✓ 3D: Rodantes como botellas de plástico y latas
 - ✓ 2D: Objetos planares como cartones, papeles, film, bolsas, etc.
 - ✓ Finos: Material de rechazo. Arenas, yesos, materia orgánica, pequeños cristales.
- **Procesado de finos:** De igual forma que en el cribado inicial realizado en el Trommel, el material de rechazo es conducido por medio de cintas transportadoras de bandas hasta la estación compactadora. Previamente se separan pequeños fragmentos de metal que son conducidos a la prensa de metales descrita anteriormente.

- **Procesado de planares:** Por medio de unos ventiladores se separa el film ya que son objetos planares de baja densidad. Finalmente es conducido a una prensa donde se forma el embalaje para ser transportado a otras plantas de reciclaje. Los planares de baja densidad como papel se separa manualmente y se clasifica dentro del grupo cartón. En el mismo proceso de selección manual también se recupera film que no ha sido captado por el sistema de aspiración por ventiladores. El resto de material se conduce a la estación compactadora como rechazo.
- **Rodantes:** Los envases rodantes pasan por el control de unos separadores ópticos que se encargan de seleccionar las distintas clases mencionadas en el apartado 1.3, como es el PET, BRICK y PEAD. Las cajas de cartón se separan de forma manual. Las latas son separadas por medio de separadores de inducción en los casos de materiales no ferro magnéticos como puede ser el aluminio o bien por medio de separadores magnéticos si se trata de materiales férricos. En todos los casos a excepción de los metales, el material es almacenado en cintas transportadoras (Búncers) que son capaces de almacenar grandes cantidades de material y que hacen la función de pulmón. Finalmente el material pasa por dos prensas multi material que forman balas de la misma clase para ser transportadas a las empresas de reciclaje. En el caso de los metales estos son conducidos a dos prensas según el material; metales férricos y aluminio.

En el caso del PET antes de ser prensado pasa previamente por una máquina pincha botellas que se encarga de facilitar la salida del aire durante el proceso.

El material que no ha podido ser seleccionado por los separadores ópticos, magnéticos e inducción pasa por un control de calidad y es mayoritariamente material mixto y rechazo. El mixto se almacena en un bunker, mientras que el rechazo se conduce a la estación compactadora.

- **Almacenaje y transporte:** Las balas de material formadas en las prensas son de clase homogénea y se almacenan en espera de ser transportadas en camiones a las diferentes plantas de reciclaje.

Los flujos de movimiento de material siguen una topología en estrella relativamente compleja, según las clases de material separado, con recirculaciones para repetir el proceso en material, que por su peso, volumen, densidad o forma resulta difícil de separar. Este aspecto y el hecho que hay una sola línea de producción condiciona la disponibilidad de la planta entera en el caso de avería en una zona. Por otro lado debido a que el proceso productivo consiste en la selección y separación de envases plásticos, la maquinaria está expuesta al contacto con residuos sólidos y líquidos tanto inorgánicos como orgánicos. En ese sentido las tareas de limpieza técnica y ordinaria tiene un papel protagonista en el buen estado de funcionamiento e higiene de las instalaciones. Estos dos aspectos son de gran relevancia a la hora de definir la estrategia de mantenimiento a seguir.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

En este apartado se realiza una descripción del tipo de instalaciones más importantes que componen la planta de envases.

2.2.1 TROMEL DE CRIBA

Stadler modelo 10000 x2500 con un tambor cilíndrico de 10 m de longitud y 2,5 m de diámetro. Con un peso de 24 Tn está compuesto de chapa de acero perforado en toda su superficie cuyo diámetro de cada agujero es homogéneo en una fracción según su granulometría. En total son tres fracciones diferenciadas; dos de 3 m de longitud cada una y una fracción de 2m. Cada fracción permite el proceso de cribado mediante un movimiento angular del mismo, sometiendo la mezcla de residuos a una fuerza centrífuga. Debido a que el tambor tiene una inclinación de 3° el material avanza axialmente a medida que el tambor gira. Esto facilita el proceso de cribado según el volumen del material y la fracción del tambor que está recorriendo. Según avanza precipitará por gravedad y por la acción de la fuerza centrífuga o bien continuará hacia adelante pasando por el resto de fracciones de cribado. El material que no precipita atraviesa completamente el tambor hasta salir de él.

El cuerpo tambor está envuelto en una estructura completamente cerrada provista de puerta que solamente permite la entrada cuando no está en funcionamiento.



Figura 2.2.1.1. Trommel visto desde el exterior.

Se distinguen cuatro elementos que hacen posible el proceso de cribado:

Tambor ranurado: Es la parte que está en contacto directo con la mezcla de residuos que hace posible el proceso de cribado. Requiere especial atención de limpieza para evitar incrustaciones y resto de material que obstruya o reduzca el diámetro de luz de las ranuras.



Figura 2.2.1.2. Tambor ranurado.

Rodillos motrices: Dos rodillos, uno en cada extremo del tambor que transmite el movimiento por fricción desde un moto-reductor acoplado en cada rodillo.

Rodillos portantes: Dos rodillos que giran libremente y hacen la función de guía para facilitar el giro del tambor.

Tanto los rodillos motrices como los rodillos portantes están recubiertos de Vulkollan y tienen un diámetro de 500 mm. Se trata de un tipo de elastómero de poliuretano que por su elasticidad y dureza es adecuado en aplicaciones de transmisión de movimiento por rodadura con fricción, reduciendo el ruido y las vibraciones que se produce durante el funcionamiento. Es importante que toda la superficie de los rodillos esté en contacto con el tambor para evitar que se produzca desgaste y vibraciones durante el movimiento.

Rodillos axiales: Dos rodillos libres, uno en cada extremo del eje de rotación. Su misión es mantener estable el tambor, mientras está girando, debido a su inclinación y peso, evitando así que se desplace axialmente respecto al eje de rotación.

Moto-reductores: Se dispone de dos moto-reductores de 11kW que hacen girar los rodillos portantes con una relación de reducción de 1475 a 53 rpm aplicando un par de 1990 Nm

2.2.2 SEPARADORES BALÍSTICOS

El principio de funcionamiento de un separador balístico se basa en el movimiento de seis lamas de rejilla que se desplazan adelante-atrás y al mismo tiempo arriba-abajo formando un movimiento elíptico periódico. Esto se consigue ya que el movimiento se transmite por medio de un cigüeñal accionado por un motor eléctrico, de tal forma que la posición de dos lamas adyacentes está contrapuesta. Este tipo de movimiento y el hecho de que las lamas tienen una inclinación permite la separación en tres fracciones según el volumen, densidad y forma del material. Los elementos rodantes como botellas se desplazarán por gravedad hacia el lado inferior de la inclinación motivados por el movimiento de las lamas. Los objetos con menor tamaño (finos) serán cribados por la rejilla. Los elementos con grandes superficies planas que no ruedan son expulsados cuando la lama se encuentra en su posición más alta. Tanto la inclinación como la velocidad de las lamas son ajustables.

Se dispone de dos separadores balísticos apilados uno sobre el otro:

Separador balístico superior: Stadler modelo STT 5000/101

Separador balístico inferior: Stadler modelo STT 2000/101



Figura 2.2.2.1. Izquierda: Separador balístico superior. Derecha: Separador balístico inferior.



Figura 2.2.2.2. Izquierda: Lamas de rejilla. Derecha: Cigüeñal de transmisión.

Las principales características de cada modelo de separador se muestran a continuación:

TIPO STT_2000									
	Lon x An x Al	Potencia de transmisión	Superficie de trabajo	Peso	Ángulo de inclinación	Dimensión pádeles de separación	Densidad del material	Dimensiones del material de entrada	Flujo de volumen/masa
STT_2000_101	5.5 x 2.3 x 2.5** m	4 kW 400 V	8.4 m²	6t	10° - 25°	50 x 50	50 kg / m³	<220 mm	60 m³/h* 3t/h
TIPO STT_5000_101									
Lon x An x Al	Potencia de transmisión	Superficie de trabajo	Peso	Ángulo de inclinación	Material	Dimensión pádeles de separación	Densidad del material	Dimensiones del material de entrada	Flujo de volumen/masa
5.8 x 2.5 x 2.5** m	11 kW 400 V	10.9 m²	13 t	15° - 25°	Co-mingled	50 x 50	100 kg / m³	Bolsas de basura < 120 l	70 m³/h* 7t/h
					Residuos industriales	50 x 50	180 kg / m³	< 300	80 m³/h* 15t/h
					Residuos industriales pre-triturados	130 x 130	200 kg / m³	< 300	140 m³/h* 28t/h

Figura 2.2.2.3. Características técnicas de ambos separadores balísticos.

De la misma forma que en el caso del Trommel es imprescindible mantener las rejillas libres de incrustaciones y objetos adheridos para que el cribado de finos sea realizado correctamente.

Una diferencia significativa entre ambos modelos es que el balístico superior (STT_5000_101) dispone de un grupo hidráulico que facilita el ajuste de inclinación. Desde el punto de vista de mantenimiento se tendrá unas operaciones de revisión añadidas del circuito y bomba de aceite.

2.2.3 ABRE BOLSAS

Para realizar una selección adecuada de envases es necesario vaciar el contenido de las bolsas de basura que se recogen de los contenedores amarillos en una cinta transportadores. Para conseguir este fin se utiliza la máquina abre bolsas automática. Su principio de funcionamiento se basa en desgarrar las bolsas a medida que atraviesan esta máquina con una capacidad productiva aproximada de cómo máximo 50kg/m³. Para ello dispone de un rotor dentado que gira sobre su eje, propulsado por un moto-reductor de 15kW que está acoplado directamente al mismo. Dicho rotor atrapa las bolsas que son vertidas al mismo. Debido a los dientes que dispone el rotor hace girar las bolsas atravesando un peine desgarrador que está ubicado en posición fija frente al rotor y las rompe longitudinalmente. El material ya disperso es propulsado hacia adelante hasta alcanzar la salida. La distancia existente entre el peine desgarrador y rotor es posible ajustarlo mediante unos cilindros hidráulicos.

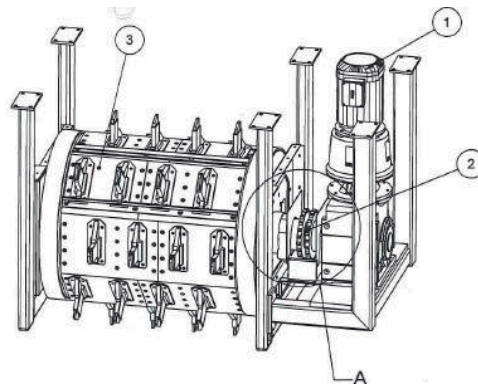


Figura 2.2.3.1. Rotor dentado. 1-Motor 15kW; 2-Acoplamiento rotor; 3-Dientes de rotor

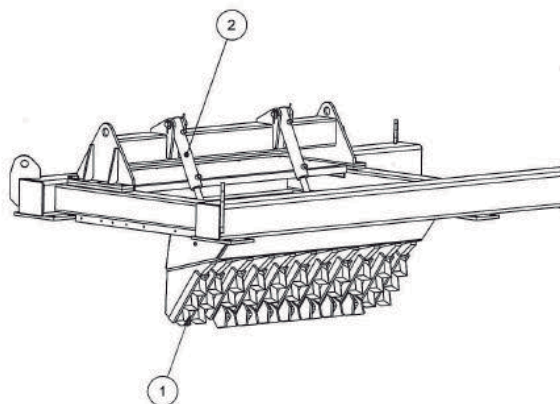


Figura 2.2.3.2. Peine desgarrador. 1-Cuchillas; 2- Cilindro hidráulico



Figura 2.2.3.3. Imagen superior del abre bolsas de la planta de envases

2.2.4 TRANSPORTADORES DE BANDA

Todos los transportadores de banda son del mismo fabricante y modelo similar (modelo GG). Las diferencias entre ellas son principalmente la longitud e inclinación.

Constan de las siguientes partes:

Tambor motriz. Ubicado en la parte delantera del transportador es el encargado de generar y transmitir movimiento a la cinta transportadora. El tambor está sujetado a la estructura del transportador por dos soportes, uno en cada extremo del mismo donde se encuentra un rodamiento que permite que gire sobre su eje. El movimiento se realiza gracias a un moto-reductor situado

Tambor reenvío. Es del mismo diámetro que el tambor motriz. Rueda de forma libre y así mantiene la cinta estable y con movimiento continuo cuando está en funcionamiento. Se encuentra situado en la parte trasera del transportador y de igual forma que el tambor motriz dispone de dos rodamientos que permiten el giro.

Banda de caucho. Banda transportadora donde está depositado el material transportado.

Grupo tensor. Ubicado junto el tambor de reenvío, mantiene la banda tensada evitando que se descentre cuando está en funcionamiento.

Rodillos portantes auxiliares: Facilitan el movimiento continuo de la banda transportadora evitando tirones. Hacen la función de guía.



Figura 2.2.4.1. Izquierda: Cinta de transporte de planares. Derecha: Cinta de alimentación balísticos

Para mantener la cinta libre de partículas adheridas se dispone de rascadores que no permiten el paso de las mismas a los tambores de giro.

Para evitar que el material caiga por los laterales disponen de unos faldones o baberos. Ambos elementos, rascadores y baberos son accesorios de desgaste por lo que deben ser revisados periódicamente.

2.2.5 CINTAS ACELERADORAS

Son ampliamente similares a las cintas de banda en lo que respecta a su estructura y elementos mecánicos con la diferencia que estas pueden alcanzar velocidades de hasta 3m/s, por lo que son más adecuadas en el proceso de selección de materiales ligeros.

Las operaciones de revisión de mantenimiento preventivo necesarias en ambos tipos de cintas son similares, aunque debido a algunas diferencias en sus geometrías y condiciones de trabajo requieren procedimientos distintos a la hora de ejecutar dichas operaciones de revisión.



Figura 2.2.5.1. Cinta aceleradora óptico 305 resto MIX.

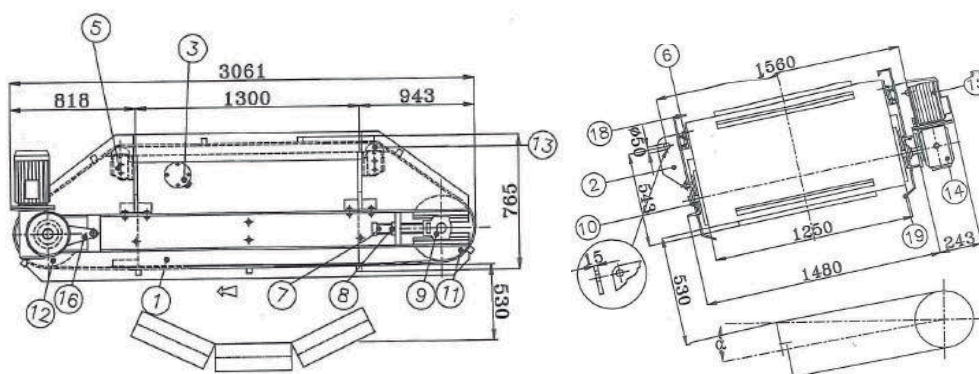
2.2.6 SEPARADORES FÉRRICOS

Los separadores férricos se encargan de separar pequeños fragmentos metálicos de material ferro magnético respecto el resto de material. Cada separador dispone de un potente electroimán que produce un campo magnético que atrae los fragmentos metálicos. Para facilitar su evacuación el separador tiene una cinta en posición invertida que se mueve en sentido transversal al sentido de movimiento de material.

El material férrico una vez atraído por el electroimán se desvía por la cinta transversal hasta que la influencia del campo magnético es mínima, momento en el cual caen por gravedad hacia una tolva.



Figura 2.2.6.1. Separador magnético de la fracción rodante



20	CONTROL DE ROTACION POR PROXIMIDAD (OPCIONAL)
19	DEFLECTOR INFERIOR
18	PROTECTOR DE CARTES
17	EXTRACTOR DE BANDA
16	BRAZO DE SUJECION
15	MOTOR ELECTRICO
14	REDUCTOR
13	RODILLO PORTANTE SUPERIOR
12	RODILLO DE ARRASTRE
11	RODILLO LIBRE
10	SOPORTE RODAMIENTO FIJO
9	SOPORTE RODAMIENTO MOVIL
8	HUSILLO TENSOR
7	TENSOR DE BANDA
6	SOPORTE DEL RODILLO PORTANTE PARA AJUSTE VERTICAL
5	SOPORTE DEL RODILLO PORTANTE PARA AJUSTE HORIZONTAL
4	ESTRUCTURA
3	CAJA CONEXIONES
2	ANCLAJE PARA ELEVACION Y SUSTENTACION
1	CUREPO ELECTROMAGNETICO
POS.	DENOMINACION

Figura 2.2.6.2. Plano de la máquina donde se identifican las principales partes de la misma. El sistema de transporte es similar al sistema de las cintas de banda.

2.2.7 SEPARADOR DE INDUCCIÓN

Se trata de un separador para metales no férricos los cuales no son atraídos por un electroimán como ocurre en el separador férrico. El principio de funcionamiento es el siguiente.

Se hace girar un electroimán integrado en un rodillo a una cierta velocidad angular. Esto produce un campo magnético variable, puesto que al girar el rodillo, los polos magnéticos también giran. Debajo de este rodillo hay una cinta de banda de pvc que transporta el material a seleccionar. El sistema de tracción y centrado es similar al de las cintas de banda anteriormente explicadas o también al sistema de los separadores férricos. Cuando pasa un material no férrico se induce el campo magnético variable de la misma forma que ocurre con un motor eléctrico. Este fenómeno produce una corriente eléctrica alterna que circula alrededor del metal por su superficie. Es lo que denomina corrientes de Foucault. La corriente generada en los metales que pasan es proporcional a la velocidad angular del rodillo magnetizado. Esta misma corriente genera un campo magnético con sentido opuesto al campo del rodillo. En consecuencia se produce una fuerza magnética de repulsión que impulsa por levitación, el material con menor masa, en este caso los metales que nos interesa separar.

Es importante tener un control de la velocidad del rodillo magnético y de la cinta de pvc, pues condiciona si el separador funcionará correctamente. Esto se realiza mediante dos variadores de frecuencia los cuales, cada uno de ellos controla la velocidad de su motor respectivo.



Figura 2.2.7.1. Izquierda. Cuadro eléctrico que controla el separador de inducción. Se observan las consolas de ambos variadores de frecuencia; uno controla la velocidad de la cinta y el otro controla a velocidad del tambor magnético. Derecha. Imagen completa de un lateral de la máquina.

2.2.8 SEPARADORES OPTICOS

Por medio de un escáner se identifican los elementos que circulan por la cinta transportadora. En función de su densidad el material se selecciona, haciendo uso de una batería de sopladores de aire comprimido. Para ello una, vez detectado el objeto, se identifica en que zona de la cinta está ubicado y en consecuencia actúan los sopladores de la batería que se encuentran más cercanos al mismo. Mediante una inyección de aire comprimido se consigue empujar el objeto de tal forma que cae en una tolva distinta respecto el resto de material.

Para que estos equipos funcionen correctamente es importante que la óptica se mantenga limpia y que la velocidad de la cinta transportadora esté acorde a lo especificado por el fabricante.



Figura 2.2.8.1. Izquierda: Separador óptico PET/BRICK. Derecha: Separador óptico PEAD natural/PEAD color.

2.2.9 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE FILM

La fracción de planares separada en los separadores balísticos pasa por un sistema de captación de film que separa la fracción ligera del resto. El principio de funcionamiento se basa en crear una depresión mediante un circuito cerrado de circulación de aire de tal forma que los materiales más ligeros serán arrastrados. Según el caudal de aire ajustado en el sistema de aspiración se consigue acotar las densidades del material a separar. A continuación se ilustra y se detalla las partes que forman este sistema, así como su funcionamiento.

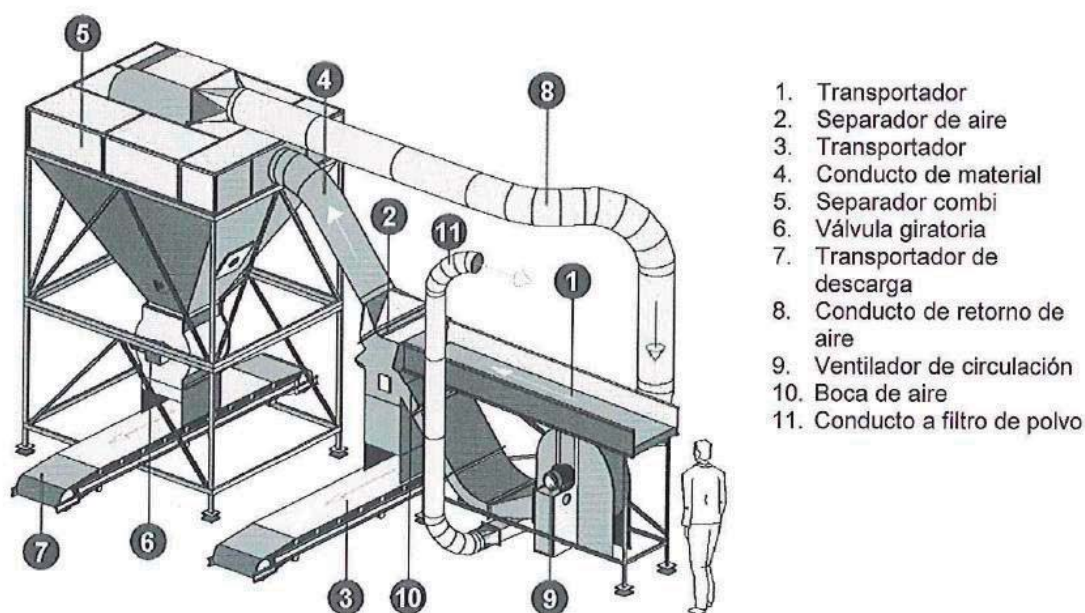


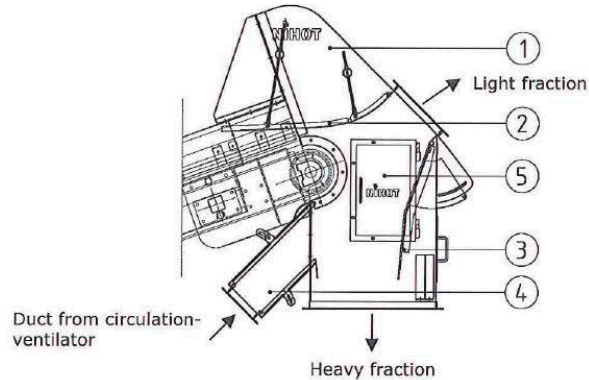
Figura 2.2.9.1. Esquema de un sistema sinóptico de un sistema de captación de film donde se identifica cada elemento que interviene en el proceso.

Separador de aire. La cinta transportadora 250 alimenta el sistema haciendo caer el material a través del separador de aire. Como transversalmente circula un caudal de aire, debido a la depresión que se genera, la fracción de material ligero será arrastrado por dicha corriente de aire mientras que el material pesado cae por gravedad a la cinta transportadora 260.

El equipo dispone de una válvula de entrada con la que se ajusta la entrada de material y una válvula de salida de la fracción ligera que ajusta el caudal de aire y por lo tanto se acota las densidades de ligeros que serán arrastradas. Las magnitudes de tamaño y densidades a procesar se muestran a continuación:

Capacidad de entrada del separador de aire	: 2 T/h = 0,56 kg/s
Densidad del material de entrada	: $\pm 75 \text{ kg/m}^3$
Dimensión de fracción del material de entrada	: 100 mm - 400 mm
Capacidad de fracción ligera	: 0,5 T/h = 0,14 kg/s
Densidad de fracción ligera	: 25 - 40 kg/m^3
Capacidad de fracción pesada	: 1,5 T/h = 0,42 kg/s
Densidad de fracción pesada	: $\pm 100 \text{ kg/m}^3$

Las partes que componen el separador de aire son las siguientes:

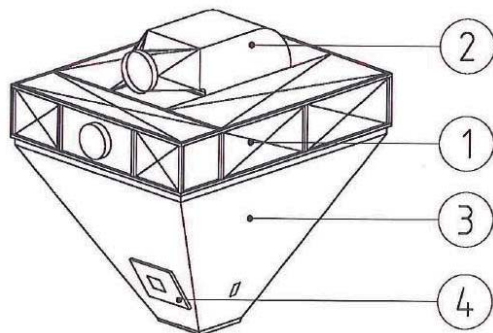


El separador de aire ensamblado está compuesto de los siguientes elementos:

1. Carcasa
2. Válvula de entrada del material
 - Cuanto mayor sea la apertura (válvula superior), menor será la velocidad del aire y la succión.
- Válvula de separación, ajustar tamaño de fracción
- Cuanto mayor sea la apertura, habrá más material en el lado de la fracción ligera.
3. Boquilla de salida con válvula de distribución de aire ajustable
 - Reducir
 - Cambiar velocidad del aire
 - Alinear la corriente de aire
4. Trampilla de inspección

Figura 2.2.9.2. Imagen y esquema del separador de aire.

Separador combi. El material ligero arrastrado es conducido hasta el separador combi, donde cae por gravedad a la cinta transportadora 330 con la ayuda de una válvula giratoria, mientras la corriente de aire es recirculada nuevamente al separador de aire con la ayuda de un ventilador de circulación.



1. Carcasa superior (entrada de material)
2. Cámara de retorno de aire
3. Conducto de ventilación con sensor de nivel
4. Trampilla de inspección con interruptor de cierre

Figura 2.2.9.3. Imagen y esquema del separador combi

Válvula giratoria. Mediante un moto-reductor gira unas palas sobre su eje a una velocidad de 15rpm para extraer el film hacia la cinta transportadora.

La válvula giratoria ensamblada consta de los siguientes componentes:

1. Carcasa
2. Motor / unidad propulsora
3. Trampilla de inspección con interruptor de cierre
- Rotor con sellado de vulcolan (interno)

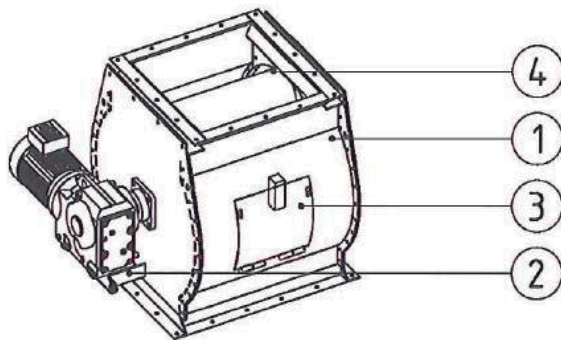
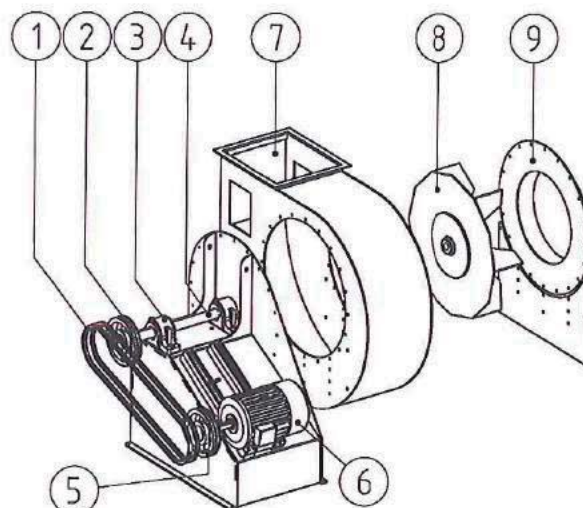
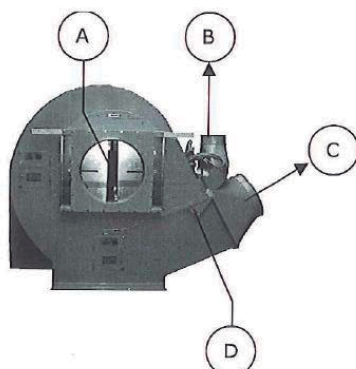


Figura 2.2.9.4. Imagen y esquema de la válvula giratoria

Ventilador de circulación. Se trata de un ventilador centrífugo accionado por un motor eléctrico por medio de una correa de transmisión. Dispone de una tobera de salida de polvo, el cual es conducido a un filtro de mangas.

1. Correa en V
2. Polea impulsora
3. Cojinete
4. Eje
5. Polea del motor
6. Motor
7. Marco
8. Impulsor
9. Entrada de succión





- A. La válvula de retorno de aire regula la velocidad del aire
La velocidad del aire depende del tamaño de la fracción
- B. 20% de salida de polvo
- C. 80% de suministro de aire al separador de aire
- D. La válvula regula la salida de polvo o el suministro de
aire al separador de aire

Figura 2.2.9.5. Imagen y esquema del ventilador de circulación de aire.

Filtro de mangas. El ventilador de circulación impulsa el aire mezclado con polvo a través de un conducto de chapa de acero galvanizado y es conducido hacia el exterior por medio de unas mangas filtrantes longitudinales, las cuales impiden su paso. De esta forma queda retenido evitando que sea expulsado a la atmósfera.



Figura 2.2.9.6. Imagen y esquema del filtro de mangas.

2.2.10 BUNKERS

Son transportadores de banda del modelo GG que se diferencian del resto en dos aspectos, la anchura de la banda que es de 2m y la velocidad de desplazamiento, 0,1m/s. Su longitud es de 12m, aunque en este aspecto la mayoría de transportadores también se diferencian unos de otros. Se dispone de 7 bunkers iguales, cada uno dedicado a una fracción de material:

- PEAD NATURAL
- PEAD COLOR
- FILM
- CARTÓN
- BRICK
- PET
- MIX

Tienen dos funciones. Almacenan el material antes de ser conducido a las prensas debido a su anchura y altura de las paredes lateral que disponen. Cuando existe el suficiente material para formar una bala, se extrae el material del mismo accionando la cinta de banda. Es posible accionar la banda en cualquiera de las dos direcciones, según en el transportador que se desea descargar. Para ello se dispone de dos pupitres de control. Uno está situado frente el transportador 640 y el otro pupitre está situado entre las dos prensas multi material.

Para facilitar la cantidad de material y proceso de descarga en el transportador 660 se dispone de un sistema CCTV que monitoriza por medio de una pantalla cada uno de los bunkers y ambos transportadores; 640 y 660.



Figura 2.2.10.1. Izquierda; Búnker PET. Derecha; Bunker Brick

2.2.11 SISTEMA CCTV

Como se comentó anteriormente las fracciones de material seleccionadas a excepción de los metales se almacenan en los Bunkers para ser conducidos a las prensas multi material y prensa FILM, solamente en lo que respecta a esta fracción.

Para facilitar la descarga de material de los bunkers y controlar el llenado de los mismos se dispone de una cámara de video IP-POE por cada Bunker, en total siete. También se dispone de dos cámaras para

el transportador 640 y otras dos cámaras para el transportador 660. De esta forma se puede monitorizar el contenido de los bunkers y transportadores por medio de una pantalla de 55”.

Todas las cámaras están interconectadas por medio de una red ETHERNET con una topología de conexión en estrella concentrada en un switch POE. Con la tecnología POE la alimentación de las cámaras se realiza por el mismo cable UTP utilizado para enviar la señal de video, por lo que no es necesario disponer de una toma de alimentación en cada una.

Existen dos puntos de supervisión. Uno está situado junto el pupitre de control de bunkers que se encuentra situado entre las dos prensas multi material. El otro punto de supervisión está situado en la oficina del encargado de producción.

Además del sistema de monitorización comentado se dispone de dos cámaras IP-POE en sala de triaje que permite monitorizar el control de calidad que se realiza en la misma.



Figura 2.2.11.1. Izquierda; pantalla de monitorización de bunkers. Centro; Switch IP-POE. Derecha; cámara de supervisión de salida de material al transportador de cadena 640.

2.2.12 PRENSAS

Su misión es formar balas de material, según la clasificación realizada durante el proceso. Las balas se apilan posteriormente en camiones para ser transportadas hacia sus destinos.

Se dispone de dos tipos de prensas; las prensas multi material y las prensas de metales. Ambos tipos presentan algunas diferencias mecánicas. Por ejemplo, las prensas multi material tienen un tamaño mayor y disponen de un sistema de atado de balas, que no es necesario en las prensas de metales. En lo que respecta la planta de envases se dispone de dos prensas de metales y tres multi material. De las prensas de metales se utiliza una para el aluminio (prensa IMABE 540) y otra para metales férricos (Prensa IMABE 420). En lo que respecta a las prensas multi material, una de ellas se utiliza exclusivamente para film (prensa IMABE 910). Las dos restantes se utilizan para formar balas de las clasificaciones existentes en los Bunkers a excepción del film (prensas PAAL 650 y 670).

La siguiente imagen muestra de una forma esquemática las principales partes que componen una prensa multi material.

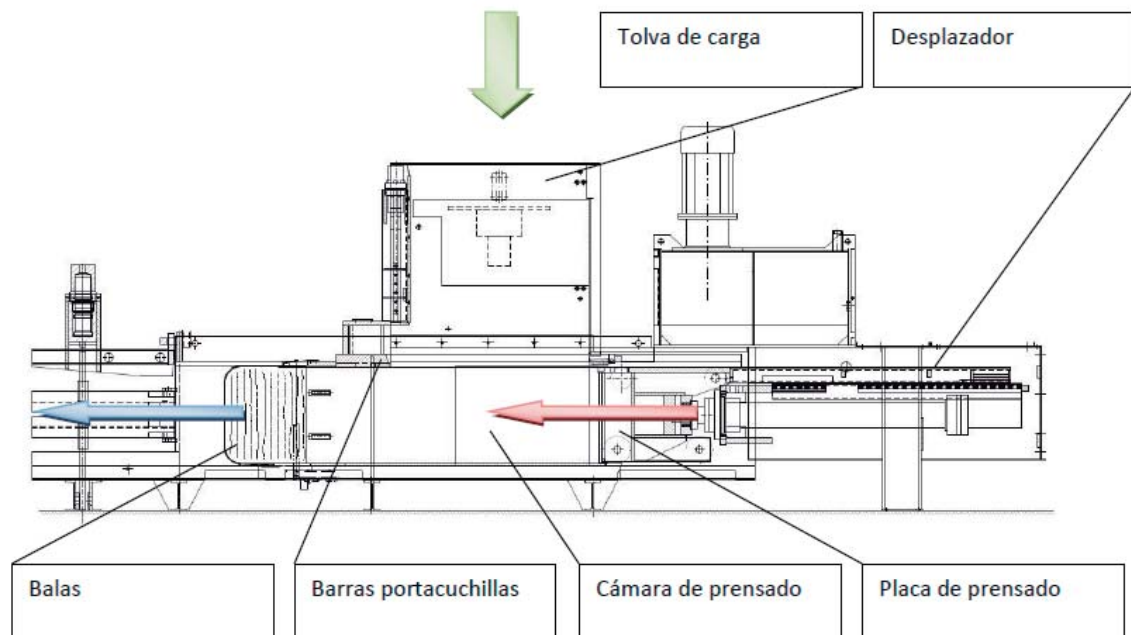


Figura 2.2.12.1. Esquema de componentes que forman una prensa multi material

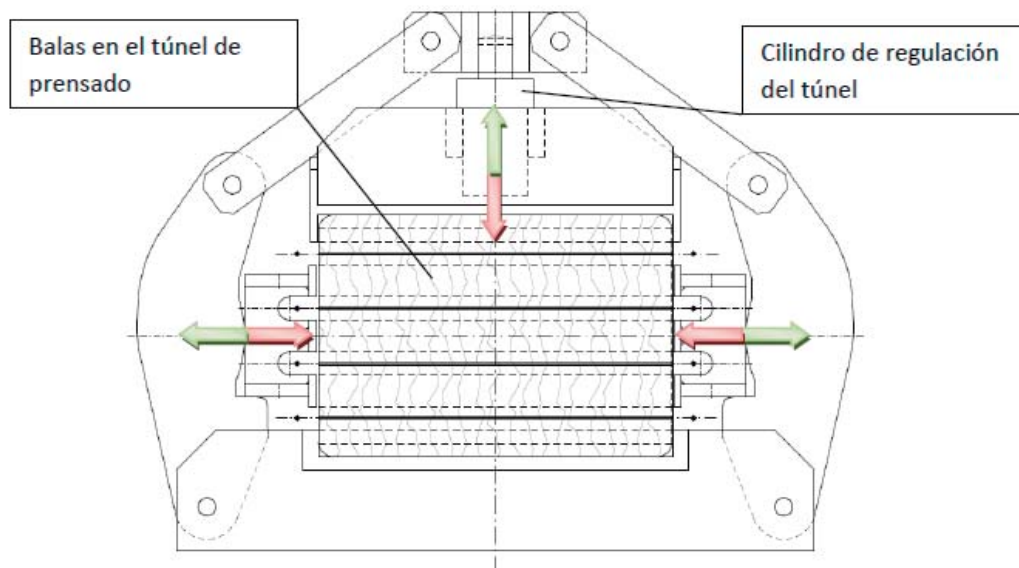


Figura 2.2.12.2. Sección del túnel de prensado

Tolva de carga del material: Recibe el material procedente de la cinta transportadora que le corresponde. Para inicial el proceso es necesario detectar cuando se llena la tolva. Esto se consigue por medio de un sistema de detección óptico por fotocélulas.

Desplazador. Consiste en un carro empujado por un cilindro hidráulico horizontal. Mediante cuatro ruedas se desplaza a través del túnel de prensado de forma estable, ya que la rodadura se realiza por unas guías.

Placa de prensado. Está ubicada en el extremo del desplazador. Debido a su superficie plana el material se compacta durante el movimiento horizontal del desplazador. La cantidad de material y longitud que compone una bala viene determinado por la ejecución de tres ciclos de prensado, los cuales vienen determinados por la detección del final de carrera del cilindro desplazador.

Barras porta cuchillas. Se encargan de eliminar el material sobrante que se encuentra en la tolva y que será compactado en el siguiente ciclo de prensado.

Túnel de prensado. Es la zona donde se compacta el material. Dispone de un cilindro hidráulico vertical de compactación donde se regula la altura que tendrá la bala formada.

Sistema de atado: Una vez el finalizado el proceso de compactación, el sistema de atado compuesto por unos arpones y un enhebrado se encargan de atar la bala mediante alambres de metal. Se disponen de dos dispensadores de alambre; uno dispensa para atar longitudinalmente cuatro alambres por lo parte inferior y el otro por la parte superior. Los arpones con un movimiento vertical unen ambas líneas de alambre y con un movimiento de torsión se realiza el atado. Los alambres se desplazan longitudinalmente a través de poleas y unas guías.

Como se comentó anteriormente las prensas de metales no disponen de sistema de atado. El material se compacta contra una placa de acero que hace la función de compuerta. Es accionada por un cilindro hidráulico de movimiento axial que separa una bala de la siguiente y que retiene el material durante el movimiento de la placa de prensado.

La máquina dispone de una central hidráulica que proporciona presión de aceite para actuar los cilindros hidráulicos que intervienen en el proceso.



Figura 2.2.12.3. Imagen de la prensa multi material para film IMABE



Figura 2.2.12.4. Imagen de la prensa multi material PAAL



Figura 2.2.12.5. Imagen de la prensa de aluminio IMABE



Figura 2.2.12.6. Imagen de la prensa metales férricos IMABE.

2.2.13 COMPACTADORA

La compactadora es la encargada del proceso de prensado del material de rechazo en contenedores para su posterior transporte en camiones. Se divide en tres partes; estación compactadora, vehículo de desplazamiento y contenedores.

Estación compactadora

Funciona de forma similar a una prensa con la diferencia que no dispone de sistema de atado y tampoco dispone de barras porta cuchillas. Dispone por tanto de tolva de carga, desplazador, placa de prensado y túnel de prensado.

El material se compacta contra un contenedor cerrado hasta alcanzar una presión de consigna referida a la presión hidráulica del cilindro desplazador.

Vehículo de desplazamiento

Realiza la sustitución automática de los contenedores y se compone principalmente:

Sistema acoplado/desacoplado de cajas: Cuando se alcanza la presión de consigna que indica que el contenedor está lleno, el sistema activa una guillotina de cierre y desacopla el contenedor respecto al túnel de prensado. De forma inversa realizará el acoplado de un contenedor vacío al túnel de prensado.

Plataforma de sustitución: Desplaza el contenedor lleno de material una vez desacoplado y posteriormente desplaza un contenedor vacío en posición para poder realizar el acoplamiento. El desplazamiento se realiza mediante raíles. La plataforma dispone de un motor-reductor encargado del desplazamiento y mediante finales de carrera se gestiona la posición correcta de la plataforma para el acople/desacople de los contenedores.

Contenedores: Se acoplan a la caja del camión para ser transportados a su destino. La descarga de material se realiza en el destino mediante un movimiento hidráulico de inclinación que realiza el camión. La carga de material se realiza en posición horizontal en la estación compactadora.



Figura 2.2.13.1. Imagen de los contenedores del compactador (1) Se observa cómo se desplazan axialmente a través de raíles para realizar el intercambio de contenedor (2).



Figura 2.2.13.2. Imagen del compactador donde se aprecian la tolva y túnel de prensado

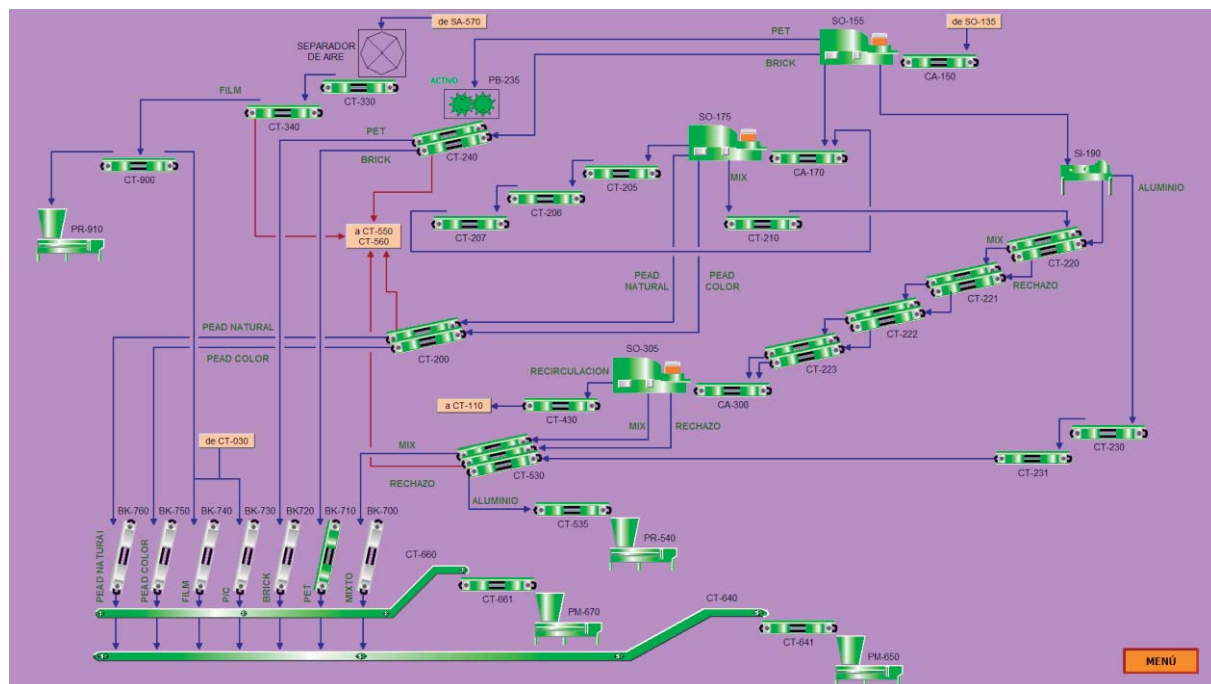


Figura 2.2.13.1. Imágenes del sistema de monitorización del proceso.

Existen dos segmentos de red que componen la arquitectura de control del sistema. El nivel de red de más alto nivel se basa en el estándar PROFINET de SIEMENS basado en ETHERNET, el cual utiliza el protocolo TCP/IP. De esta forma el SCADA de supervisión dialoga con el PLC para poder centralizar el control. El nivel de red inferior es el bus de campo PROFIBUS, también estándar de SIEMENS. Por medio de este segmento de red se conectan como periféricos todos los variadores de frecuencia que controlan transportadores de bandas, cintas aceleradoras. También se conecta el módulo de seguridad que controla las paradas de emergencia y enclavamientos de seguridad. Cabe destacar que no todo el control de la planta está centralizado. Existen máquinas que trabajan de forma autónoma como son los separadores magnéticos, de inducción, separadores ópticos y prensas. Cada una de estas máquinas dispone de un cuadro eléctrico de potencia y control que se encuentra ubicado junto a la misma. El resto está todo centralizado en una sala técnica.

2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

Cabe señalar las siguientes consideraciones:

La repercusión que puede tener una avería en la producción. Como se comentó anteriormente un paro de máquina detiene en la mayoría de los casos la línea entera de producción, debido a que no existe redundancia. En el caso que no se detenga el proceso completo probablemente alguna etapa del flujo de selección no realizará correctamente con el resultado de envío de material clasificado incorrectamente.

Las máquinas están sometidas constantemente a impactos de objetos de diferentes tamaños y pesos. Trabajan en un entorno con partículas en suspensión depositadas en superficie y también en contacto con líquidos. Estos aspectos pueden influir en el deterioro de las instalaciones o bien en el funcionamiento incorrecto de las mismas.

Las operaciones de primer nivel como puede ser las limpiezas técnicas y limpieza ordinaria ha de tener una presencia destacada en el plan de mantenimiento, debido al entorno de trabajo.

Los cuadros eléctricos de la planta están mayoritariamente concentrados en una sala aislada lo que facilita el mantenimiento y previene su degradación.

Dos de los 3 turnos de trabajo 2 son productivos, mientras que en el turno de noche las instalaciones están paradas. Esto implica que se dispone de un 33,3% de tiempo para realizar las operaciones de revisión que necesitan tener la máquina parada, que a su vez son amplia mayoría respecto el total de operaciones de revisión a realizar. Por lo tanto es un desafío en lo que respecta a la disponibilidad y aprovechamiento de recursos.

Ante las anteriores consideraciones se propone el desarrollo de un plan de mantenimiento revisable anualmente en tiempos, frecuencias y operaciones. Las estrategias de mantenimiento mayoritarias en las que se basa el plan de mantenimiento son las siguientes:

- Mantenimiento preventivo basado en su mayor parte en inspecciones visuales y limpieza.
- Alta repetitividad y bajos tiempo de intervención.
- Mantenimiento preventivo basado en especificaciones descritas en los manuales de máquina y recomendaciones de fabricante para evitar averías traumáticas.
- Mantenimiento predictivo, especialmente para seguir un control de puntos calientes en cuadros eléctricos y en transportadores de banda. Para ello se puede hacer uso del estudio termo gráfico.

3 PLAN DE MANTENIMIENTO

La definición del plan de mantenimiento que se propone en la planta de envases sigue las siguientes fases de desarrollo.

1. Establecer un criterio de codificación de los factores que intervienen en el plan, cuya estructura es la siguiente:
 - ✓ Activos
 - Planta: Identificación de la planta de envases
 - Familias: Clase de máquina a la que pertenece un equipo/instalación
 - N° de equipo/instalación: Identificación de máquina/instalación.
 - ✓ Operaciones de mantenimiento
 - Elemento: Forman parte de una máquina y pueden ser comunes entre distintas familias. Independientemente de eso requerirán las mismas operaciones de mantenimiento.
 - Frecuencia de la operación de mantenimiento
 - Tipo de operación de mantenimiento: Son las descritas en el apartado 1.4
 - Especialidad: Define la especialidad del operario que tiene que ejecutar una operación de mantenimiento
 - Estado máquina: Define en qué situación se debe encontrar la máquina para poder realizar la operación de mantenimiento
2. Definir el inventario de activos a los que va referido el plan de mantenimiento
3. Definir las operaciones de mantenimiento que serán de aplicación a dichos equipos, asignando frecuencia y tiempo a cada una de ellas.
4. Determinar la carga de trabajo total y carga semanal, acorde a las necesidades de producción.
5. Establecer un calendario de ejecución del plan. Se asigna una tolerancia en la fecha de ejecución de la operación de mantenimiento en relación a la fecha prevista.

3.1 ESTRUCTURA DE DATOS

Las operaciones de mantenimiento siguen un criterio estructurado de datos según el siguiente diagrama:

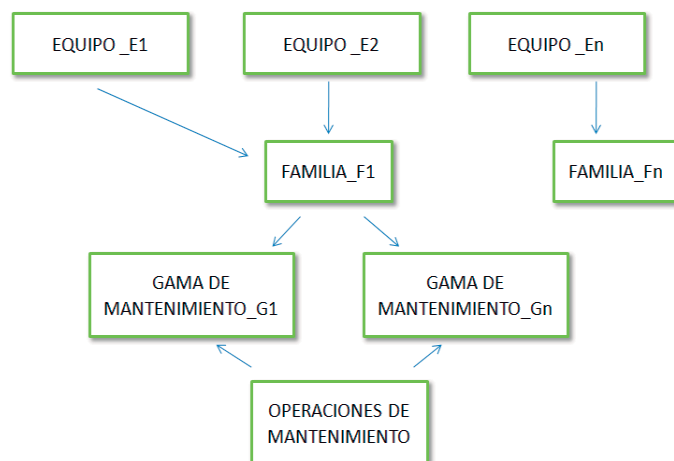


Figura 3.1.1. Diagrama esquemático sobre la estructura de datos.

Cada equipo / instalación identificada en la planta pertenece a una familia definida. Un ejemplo puede ser los dos separadores magnéticos que existen. Ambos tienen características constructivas similares. El sistema de transmisión mecánica es el mismo, salvo pequeñas diferencias en el dimensionado de elementos. También la instalación eléctrica y control es común a ambos. Esto supone que las operaciones de revisión a realizar sean también las mismas en las dos máquinas.

A cada familia se le asignan unas gamas de mantenimiento. Se define gama de mantenimiento como el conjunto de todas las operaciones de mantenimiento que han de realizarse en un equipo / instalación. Debido a que un equipo pertenece a una familia, las gamas de mantenimiento han de estar referidas a la familia y no al equipo.

Como se ha comentado una gama de mantenimiento es un conjunto de operaciones de mantenimiento. Teniendo en cuenta que dos familias de equipos distintos pueden tener elementos en común como por ejemplo una bomba centrífuga o un rodamiento, entonces las operaciones de mantenimiento están referidas siempre al elemento y por tanto puede existir dos gamas de mantenimiento distintas, las cuales tienen en común una operación de mantenimiento.

Este criterio de estructura de datos permite por una parte estandarizar y al mismo tiempo aporta eficiencia en lo que respecta cantidad de información. Es un aspecto a tener en cuenta si el plan de mantenimiento está informatizado en bases de datos.

3.2 CRITERIO DE CODIFICACIÓN

En este apartado se define el criterio utilizado en la codificación de equipos, gamas de mantenimiento y operaciones de mantenimiento. Como regla general todos los códigos siguen el siguiente criterio:

Tienen un tamaño de 10 dígitos alfanuméricos.

- Cada código se divide en grupos de dígitos codificados, estableciéndose una estructura en árbol jerárquico.
- El dígito "0" es utilizado bien como raíz jerárquico de la estructura o bien como reserva si la necesidad de codificación abarca un tamaño inferior a 10 dígitos.

3.2.1 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS/INSTALACIONES

010 0GG 0020
PLANTA FAMILIA EQUIPO

Este ejemplo corresponde al transportador de alimentación de tromel ubicada en la planta de envases. Se trata de una cinta transportadora de banda.

Se ha identificado 85 máquinas, que a su vez se agrupan en 29 familias.

3.2.2 CODIFICACIÓN DE GAMAS

OKF 2S 000
FAMILIA FRECUENCIA RESERVA

Las operaciones de mantenimiento preventivo se agrupan por frecuencias de ejecución sumando un total de 626 gamas.

3.2.3 CODIFICACIÓN DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO (OPM)

El conjunto de todas las operaciones de mantenimiento suman un total de 1.338. cada OPM está codificada según el siguiente criterio:

E1 1M I M P 1
ELEMENTO FRECUENCIA TIPO ESPECIALIDAD ESTADO Nº OPM
OPERACIÓN MAQUINA

El significado de cada código se detalla en el siguiente apartado.

3.2.4 LISTA DE CÓDIGOS

PLANTA/ZONA	
CODIGO	DESCRIPCIÓN
010	PLANTA DE ENVASES
020	PLANTA RVOL
030	SERVICIOS GENERALES Y OFICINAS
FAMILIAS Y SUBFAMILIA	
CODIGO	DESCRIPCION
0KF	ALIMENTADOR DE CADENAS
0GG	CINTA TRANSPORTADORA
0TR	TROMEL
0EC	ESTACIÓN COMPACTADORA: GENERAL
AEC	ESTACIÓN COMPACTADORA: INSTALACIÓN COMPACTADORA
BEC	ESTACIÓN COMPACTADORA: INSTALACIÓN DE TRASPORTE
CEC	ESTACIÓN COMPACTADORA: CONTENEDORES
0AB	ABREBOLSAS
0BS	BALISTICO SUPERIOR
0BI	BALISTICO INFERIOR
0SM	SEPARADOR MAGENTICO
0BB	CINTA ACELERADORA
0SO	SEPARADOR OPTICO
0SI	SEPARADOR DE INDUCCIÓN
0PB	PINCHABOTELLAS PET
0PM	PRENSA METALES CH-50
0PA	PRENSA ALUMINIO CH-40
0CF	SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: GENERAL + CONDUCTOS
ACF	SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: VÁLVULA GIRATORIA
BCF	SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: VENTILADOR DE RECIRCULACIÓN
CCF	SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: SEPARADOR DE AIRE
DCF	SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: SEPARADOR COMBI
ECF	SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: FILTRO DE MANGAS
0CA	COMPRESOR DE AIRE MISTRAL 60B
0PF	PRENSA FILM IMABE
0TV	INSTALACION CCTV
0CE	CUADROS ELÉCTRICOS CENTRALIZADOS
0MN	PRENSA MULTIMATERIALES PAAL
0MM	PRENSA MULTIMATERIALES FAES

TIPO DE ELEMENTOS

CODIGO	DESCRIPCION
A1	Arrancador estático
A2	Contactor
A3	Cuadro eléctrico
A4	Detector
A5	Disyuntor
A6	Embarrado
A7	PLC
A8	Pulsador/interruptor
A9	Sistema de seguridad eléctrico
AA	Variador de frecuencia
AB	Sistema de detección de movimiento
AC	Vacuometro electrónico
AD	Sensor de detector de partículas
AE	Central automática de engrase electrónica
AF	Canalizaciones eléctricas
AG	Lamparas halogenas
AH	Escáner óptico
AI	Pantalla
AJ	Camara CCTV
AK	Switch
AL	Host
AM	Soportes equipos electrónicos
B1	Bancada
B2	Bomba centrífuga
B3	Motor
B4	Moto-Tambor
B5	Reductor/es
B6	Ventilador centrífugo
B7	Motor triturador
B8	Uñas de retención
B9	Tecla basculante
C1	Cadena de transmisión
C2	Piñones de transmisión
C3	Corona dentada transmisión
C4	Correa
C5	Ejes
C6	Husillo
C7	Rodamientos
C8	Rodillos
C9	Tambor de fibra
CA	Tambores
CB	Tambor Magnetico
CC	Tensores de transportador
CD	Poleas
CE	Tensor de cadena de transmisión
CF	Soporte rodamientos
CG	Grupo de transmisión
CH	Rotor
CI	Cadena transportadora
CJ	Corona dentada de la cadena transportadora
CK	Palas de la cadena transportadora
CL	Anillos contra el polvo
CM	Chavetas
CN	Ruedas de deslizamiento
CO	Casquillos
CP	Helice
CQ	Boca de aspiración
CR	Unión giratoria con bolas con dentado externo
CS	Disco de contracción
CT	Embrague
CU	Engranaje Helicoidal
CV	Cigüeñales
CW	Torreta

TIPO DE ELEMENTOS

CODIGO	DESCRIPCION
CY	Rodillo de empuje axial
CZ	Rodillo portante Vulkollan
J1	Conjunto atado
J2	Conjunto pasador de alambres
J3	Apartador de alambres
J4	Propulsión
J5	Tambor para cable
J6	Cojinete de pivote para dispositivo acoplador
J7	Dispositivo cierre puerta
D1	Compresor de aire
D2	Secador de aire
D3	Separador de agua/aceite
D4	Ventiladores Helicoidales
D5	Enfriador
E1	Banda de caucho
E2	Banda de pvc
E3	Banda metálica articulada
E4	Faldones de caucho
E5	Faldones de pvc
E6	Martillos
E7	Hélice de trasiego
E8	Rejilla de cribado
E9	Contra cuchilla
EA	Rascador
EB	Mangas filtrantes
EC	Rodete de válvula alveolar
ED	Manga de descarga
EE	Baberos (juntas)
EF	Bandeja colectora de suciedad
EG	Peine de desgarre
EH	Vertedor
EI	Lamas
EJ	Puntas (Pincha botrillas)
EK	Plato prensor
EL	Túnel de prensado
EM	Tolvas de carga
F1	Acumulador
F2	Conductos de aire
F3	Tuberías
F4	Válvulas de retención antiretorno
F5	Válvulas de mariposa
F6	Boquillas rociadoras con descarga direccional
F7	Fuelle
F8	Manguitos hidráulicos
G1	Cilindros hidráulicos
G2	Cilindros neumáticos
G3	Central hidráulica
G4	Filtros
G5	Válvulas hidráulicas
G6	Válvulas neumáticas
G7	Tanque neumático
G8	Bloque de válvulas
G9	Boquillas de aire
GA	Regulador de aire
GB	Válvulas reguladoras manuales
H1	Instalación general
H2	Defensas y protecciones
H3	Regles
H4	Registros de acceso o verificación
H5	Estructuras interiores
H6	Elementos de anclaje
H7	Guías de cadena transportadora
H8	Paneles de venteo
H9	Silenbloks
HA	Coronas de rodadura
HB	Intercambiador de calor
HC	Chasis
HD	Barras de seguridad
HE	Trinquete contenedor
HF	Gancho acoplamiento
HG	Bisagras
II	Carteles y fichas técnicas

TIPOS DE INTERVENCION

CODIGO	DESCRIPCION
E	Lubricación
I	Inspeccion visual
V	Ensayos y verificaciones
A	Ajustes
R	Intervenciones
T	Limpeza técnica especializada
L	Limpeza de 1º nivel

ESPECIALIDAD

CODIGO	DESCRIPCION
E	Electricidad
M	Mecánica
P	Primer nivel

ESTADO MAQUINA

CODIGO	DESCRIPCION
P	Paro
M	Marcha con material
C	Marcha sin material

FRECUENCIA

CODIGO	DESCRIPCION
1D	Diaria
1S	Semanal
2S	Quincenal
1M	Mensual
2M	Bimensual
3M	Trimestral
6M	Semestral
1A	Anual
2A	Bianual
3A	Triannual
4A	Cuatrienal
1Q	Quinquenal

Se definen tres especialidades; trabajos mecánicos, trabajos eléctricos y trabajos de primer nivel, la cual requiere una formación mínima del puesto de trabajo, pero no requiere formación de base y experiencia profesional.

Los tipos de operaciones de mantenimiento son los mismos descritos en el apartado 1.5.1

En la definición de estado de máquina se diferencia entre el funcionamiento sin carga o sin material y el funcionamiento en producción a pleno rendimiento.

3.2.5 EQUIPOS / INSTALACIONES

Según el criterio de codificación adoptado se ha identificado las diferentes máquinas que componen la planta y que se muestra en el listado siguiente:

EQUIPOS / INSTALACIONES	
CODIGO	DESCRIPCION
0100KF0010	Alimentador a cadenas
0100GG0015	Cinta de transporte recogida posición 0010
0100GG0020	Cinta de alimentación al trommel 0025
0100TR0025	Trommel de criba
0100GG0030	Cinta de triaje de flotante de trommel
0100GG0040	Cinta de alimentación a la estación compactadora
0100EC0050	Estación compactadora: General
010AEC0050	Estación compactadora: Instalación compactadora
010BEC0050	Estación compactadora: Instalación de transporte
010CEC0050	Estación compactadora: Contenedores
0100GG0060	Cinta de recogida fracción 350 mm
0100AB0070	Abrebolsas
0100GG0080	Cinta de alimentación balísticos
0100BS0090	Balístico superior
0100BI0095	Balístico inferior
0100GG0110	Cinta de alimentación a separador óptico 0135
0100SM0120	Separador magnético de la fracción rodante
0100BB0130	Cinta aceleradora óptico 0135 Plásticos
0100SO0135	NIR Plásticos
0100BB0150	Cinta aceleradora doble track óptico 0155 PET Brick
0100SO0155	NIR PET Brick
0100BB0170	Cinta aceleradora doble track óptico 0175 PEAD
0100SO0175	NIR PEAD PEAD N
0100SI0190	Separador de inducción
0100GG0200	Cinta doble track control de calidad PEAD NPEAD C
0100GG0205	Cinta de transporte soplado 0175 PEAD
0100GG0206	Cinta de transporte PEAD
0100GG0207	Cinta de alimentación separador óptico 0175
0100GG0210	Cinta de recogida plásticos mixto de óptico 0175

EQUIPOS / INSTALACIONES

CODIGO	DESCRIPCION
0100GG0220	Cinta doble track Resto Mix
0100GG0221	Cinta doble track Resto Mix
0100GG0222	Cinta doble track Resto Mix
0100GG0223	Cinta doble track Resto Mix
0100GG0230	Cinta de recogida aluminio
0100GG0231	Cinta transportadora aluminio
0100PB0235	Pinchabotellas PET
0100GG0240	Cinta doble track control de calidad PET Brick
0100GG0250	Cinta de recogida planares balístico 0095
0100GG0260	Cinta de transporte planares
0100GG0270	Cinta de transporte planares
0100BB0300	Cinta aceleradora doble track óptico 0305 Resto Mix
0100SO0305	NIR Mix Resto
0100GG0330	Cinta de recogida Film
0100GG0340	Cinta control de calidad Film
0100GG0360	Cinta recogida fracción 250 mm
0100GG0370	Cinta recogida finos balísticos 0090 - 0095
0100GG0375	Cinta transportadora finos balístico
0100GG0380	Cinta recogida finos trommel 50mm
0100SM0385	Separador magnético de la fracción orgánica
0100GG0390	Cinta de transporte fracción orgánica
0100GG0400	Cinta de recogida férricos de 0385
0100GG0410	Cinta alimentación prensa metales 0420
0100PM0420	Prensa de metales
0100GG0430	Cinta de transporte recirculado óptico 0305
0100GG0530	Cinta_triple_track
0100GG0535	Cinta_transporte_aluminio
0100PA0540	Prensa_aluminio
0100GG0550	Cinta_recogida_rechazo
0100GG0560	Cinta_recogida_control_calidad_recirculado
0100GG0565	Cinta_transporte_recirculado
0100CF0570	Sistema captación de FILM_general+conductos
010ACF0570	Sistema captación de FILM_válvula_giratoria
010BCF0570	Sistema captación de FILM_ventilador_recirculado
010CCF0570	Sistema captación de FILM_separador_aire
010DCF0570	Sistema captación de FILM_separador_combi
010ECF0570	Sistema captación de FILM_filtro_mangas

EQUIPOS / INSTALACIONES

CODIGO	DESCRIPCION
0100KF0640	Cinta_recogida_prensa_multimaterial_1
0100GG0641	Cinta_linea_prensa_multimaterial_1
0100MN0650	Prensa multimateriales Paal
0100KF0660	Cinta_recogida_prensa_multimaterial_2
0100GG0661	Cinta_linea_prensa_multimaterial_2
0100MM0670	Prensa multimateriales faes
0100GG0700	Bunker_Mixto
0100GG0710	Bunker_PET
0100GG0720	Bunker_BRICK
0100GG0730	Bunker_Carton
0100GG0740	Bunker_Film
0100GG0750	Bunker_Color
0100GG0760	Bunker_Natural
0100CA0800	Compresor de aire
0100CA0805	Compresor de aire
0100GG0900	Cinta_alimentación_prensa_Film_Imabe
0100PF0910	Prensa Film Imabe
0100TV1000	Instalación CCTV
0100CE1100	Cuadros eléctricos centralizados

En anexos se incluye una ficha por equipo/instalación donde se detalla datos de fabricante, se incluye fotografías y/o esquema sinóptico con el fin de poder facilitar su identificación dentro de la planta. Un ejemplo de ficha se muestra a continuación:

		FICHA DE MÁQUINA		
MÁQUINA: CINTA ALIMENTACIÓN PRENSA FILM IMAGE		CÓDIGO: 0100GG0900	FAMILIA: CINTAS TRANSPORTADORAS DE BANDA	Hoja 1/1
DATOS GENERALES				
FABRICANTE / DISTRIBUIDOR	STADLER			
MODELO	P012731.0900.1			
Nº DE SERIE	GG-1200-04-15-6888			
AÑO DE FABRICACIÓN	2015			
ESQUEMA FUNCIONAL				
				
FECHA CREACIÓN: FEBRERO 2017		ÚLTIMA REVISIÓN:		

Figura 3.2.5.1. Ejemplo de ficha de instalación correspondiente a la cinta de banda dealimentación a prensa FILM.

3.2.6 GAMAS Y OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

En anexos se incluye una ficha por cada gama donde se incluyen todas las operaciones de revisión que la forman. También se incluye una ficha de engrase por equipo con el fin de evitar confusiones.

SEMESA		GAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		INGEWATT	
FAMILIA: CINTA TRANSPORTADORA		CÓDIGO: 0100GG1A900	FRECUENCIA: ANUAL	Hoja 1/2	
OPR	ELEMENTO	OPERACIONES A REALIZAR		ESTADO	PROCEDIMIENTO
B51AEMP1	Reductor/es	Sustitución de aceite. Ver ficha de lubricación.		Paro	
CM1AIMP2	Chavetas	Control de desgaste de las chavetas que dispongan los diferentes elementos mecánicos de la instalación (ejes, rotor, piñones, rodillos, etc...)		Paro	
CF1AIMP2	Soporte rodamientos	Desmontar y comprobar que no existe en la grasa que rodea a los rodamientos restos de partículas metálicas.		Paro	
CF1AEMP1	Soporte rodamientos	Desmontar, limpiar y reponer grasa que rodea a los rodamientos. Ver ficha de lubricación.		Paro	
I11AIPM1	Carteles y fichas técnicas	Revisar estado y correcta legibilidad de las fichas técnicas de engrase, fichas de par de apriete, características técnicas, instrucciones de manejo e instrucciones de seguridad.		Marcha con material	
H11ARMP1	Instalación general	Revisión y reapriete de toda la tornillería.		Paro	

		GAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
FAMILIA: CINTA TRANSPORTADORA		CÓDIGO: 06G1A900		FRECUENCIA: ANUAL	
Hoja 2/2					
MEDIOS Y HERRAMIENTAS ESPECIALES					
<ul style="list-style-type: none"> Escalera de tijera. Elevador articulado o plataforma vertical 					
EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL					
<ul style="list-style-type: none"> Equipos de protección individual que en algún momento se tendrán que utilizar. 					
					
USO OBLIGATORIO DE GUANTES DE SEGURIDAD		USO OBLIGATORIO DE BOTAS DE SEGURIDAD		USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN OCULAR	
					
USO OBLIGATORIO DE ARNÉS DE SEGURIDAD		USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD		USO OBLIGATORIO DE MASCARILLA	
INSTRUCCIONES OPERATIVAS DE SEGURIDAD					
<ul style="list-style-type: none"> Señalizar zona de trabajo siguiendo las normas de seguridad del centro de trabajo. Conservar el lugar de trabajo en correcto estado de orden y limpieza. Utilizar las herramientas acorde al trabajo a realizar. Utilizar los equipos de protección individual según las indicaciones del centro de trabajo. Cumplir el Real Decreto 614/2001 Anexo II y III, aplicable a trabajos con tensión eléctrica. Para mantenimiento eléctrico: eliminar las fuentes de energía, comprobar ausencia de energía residual, enclavar para evitar puestas en marcha intempestivas y señalización de las zonas que estén en tensión. Colocar cartel informativo de personal trabajando en el cuadro eléctrico principal de la máquina y en los pupitres de control. 					
ISO 14001 Tratamiento Aceite de motores y reductoras.					
<ul style="list-style-type: none"> Prevenir el vertido mediante métodos de contención adecuados. Levantar recipientes, utilizar cubetos. Asegurar la correcta actuación cuando en un depósito o instalación se produzcan derrames así como la adecuada gestión de los residuos producidos. En caso de vertido accidental evite la contaminación de desagües, aguas subterráneas y dispersión en el terreno mediante absorbentes adecuados, sepiolita, arena, tierra de diatomeas, aglomerante ácido, aglomerante universal, serrín... etc. Una vez recogido el derrame siga las instrucciones de su responsable de Operaciones para su correcta gestión. 					

Figura 3.2.6.1 Ejemplo de gama de mantenimiento.

		FICHA DE LUBRICACIÓN						
MÁQUINA: CINTAS DESLIZANTES GS		CÓDIGO: 0100GG00XX		FAMILIA: CINTA TRANSPORTADORA				
				Hoja 1/2				
RELUBRICACIÓN DE RODAMIENTOS								
<p>Una relubricación regular deberá realizarse aplicando entre 5 y 10 gramos de grasa por rodamiento.</p> <p>Para que quede garantizada la compatibilidad de las grasas, deberá usar únicamente grasas universales de buena calidad con base saponificada de litio. Evite sobre todo mezclar grasas con espesantes diferentes, pues en este caso podrían reducirse las propiedades de lubricación o incluso perderse del todo en determinadas circunstancias por reacciones químicas indeseadas.</p> <p>Los tambores motoriz y tensor tienen a cada uno de los dos lados un cojinete con un punto de lubricación, cada cinta transportada tiene, por tanto, cuatro.</p> <p>Para la distribución uniforme de la grasa en el cojinete y para impedir un daño de los anillos obturadores debería lubricarse durante la marcha.</p>								
								
<p>Punto de lubricación en el tambor (cubierta del eje retirada)</p>								
ACEITE MOTORREDUCTOR								
								
<p>Significado de los símbolos</p> <table border="1"> <tr> <td>  A Tapón de aceite en introducción aceite </td> <td>  B Orificio de nivel </td> <td>  C Tapón de aceite </td> </tr> </table>						 A Tapón de aceite en introducción aceite	 B Orificio de nivel	 C Tapón de aceite
 A Tapón de aceite en introducción aceite	 B Orificio de nivel	 C Tapón de aceite						
FECHA CREACIÓN: FEBRERO 2017			ÚLTIMA REVISIÓN:					

Figura 3.2.6.2. Ejemplo de ficha de lubricación. Solo se muestra como ejemplo la primera página.

3.2.7 CALENDARIO PROGRAMADO DE REVISIONES

Según los tiempos que se han estimado en cada una de las operaciones de mantenimiento y sus frecuencias se ha realizado un reparto de trabajo por semana. Una posible distribución de la carga de trabajo a aplicar en 2018 podría ser la siguiente:

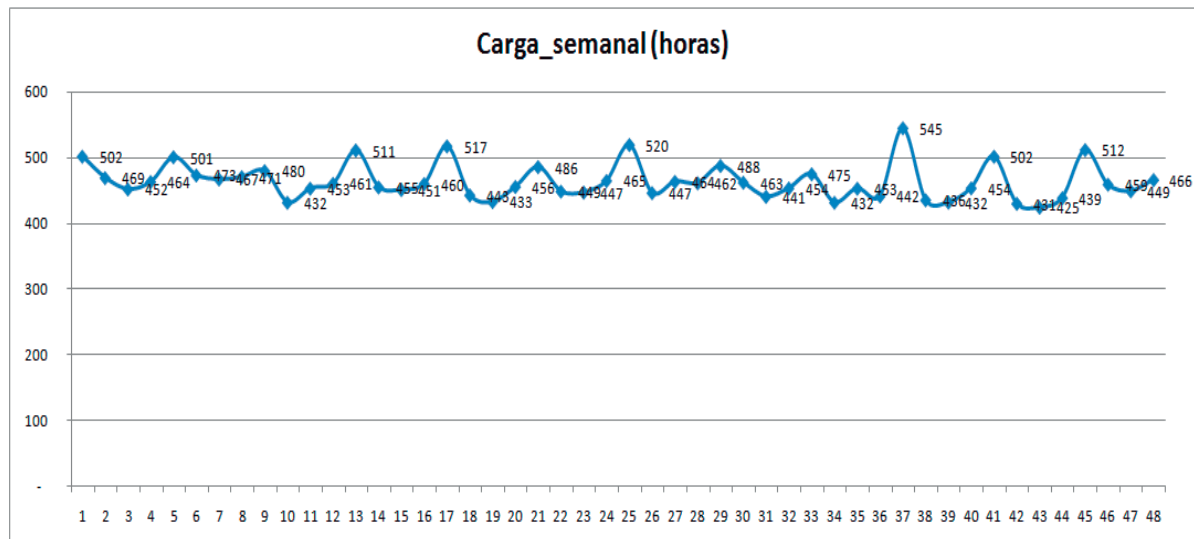


Figura 3.2.7.1. Distribución de la carga de trabajo semanal debido al plan de mantenimiento preventivo durante 2018. La carga media de trabajo semanal a dedicar en mantenimiento preventivo es de 464 horas.

El detalle de las frecuencias a realizar y códigos de gama se pueden consultar en hoja de cálculo que se adjunta con la presente memoria del plan de mantenimiento. El número total de órdenes de mantenimiento preventivo planificados es 8.787 que suponen 22.313 horas/año.

En la ejecución del plan de mantenimiento preventivo es habitual que surjan imprevistos que impidan que se ejecute una gama de mantenimiento dentro de la semana prevista, especialmente si las tareas a ejecutar requieren invertir muchas horas. Por otro lado para equilibrar la carga de trabajo se suelen utilizar algoritmos automáticos que pueden tener en cuenta algunos criterios como son:

- Tiempo previsto
- Frecuencia
- Ubicación
- Familia

En este caso se ha tenido en cuenta el criterio de tiempo previsto, frecuencia y familia. No se ha considerado la ubicación puesto que la distancia máxima entre los dos puntos más alejados es inferior a 100m.

Para disponer de más flexibilidad y equilibrar mejor la carga de trabajo según la disponibilidad de personal se puede establecer unas tolerancias en el cumplimiento del plan de mantenimiento, especialmente en la gamas con frecuencia alta. Como se puede observar en la figura 3.2.7.2, las frecuencias mayores a dos meses tienen tolerancia. Por ejemplo una gama semestral puede realizarse dentro de las dos semanas anteriores o posteriores a la semana prevista.

Como norma general esta regla de tolerancia no es de aplicación en los engrases y lubricación. Solamente se puede aplicar si en horas de funcionamiento o frecuencia es inferior a la especificada en la por el fabricante.

INTERVALO DE FRECUENCIAS	+/- n° SEMANAS
$\leq 2M$	0
$2M < f \leq 4M$	1
$4M < f < 1A$	2
$> 1A$	4

Figura 3.2.7.2. Intervalo de tolerancias en el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo establecido.

4 ESTUDIO DE CARGAS DE TRABAJO

Del plan de mantenimiento definido en este capítulo se analiza sus resultados.

4.1 DISTRIBUCIÓN POR INTERVALOS EN LOS TIEMPOS PREVISTOS

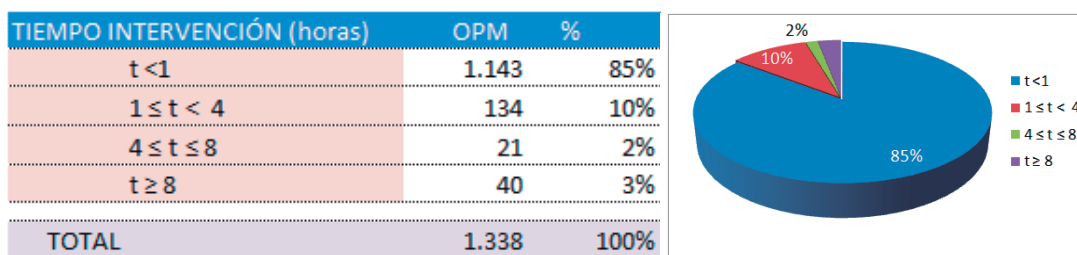


Figura. 4.1.1. Distribución por tiempo previsto. Se observa que mayoritariamente se realizan operaciones de mantenimiento con tiempos de intervención pequeños, donde el 85% son tareas a realizar en menos de 1 hora. Este aspecto facilita la ejecución de las tareas especialmente si el tiempo de disponibilidad de máquina para mantenimiento es pequeño.

4.2 GAMAS POR FRECUENCIA

DESCRIPCION	Nº OT	% Nº OT	TIEMPO (h)	% TIEMPO
Diaria	1.296	15%	5.665	25%
Semanal	3.984	45%	10.146	45%
Quincenal	1.800	20%	720	3,2%
Mensual	1.020	12%	4.311	19%
Bimensual	120	1%	76	0%
Trimestral	308	4%	200	1%
Semestral	170	2%	444	2%
Anual	80	1%	725	3%
Bienal	9	0%	27	0%
Trienal	-	0%	-	0%
Cuatrienal	-	0%	-	0%
TOTAL	8.787	100%	22.313	100%

Figura 4.2.1. Tabla de distribución por frecuencias

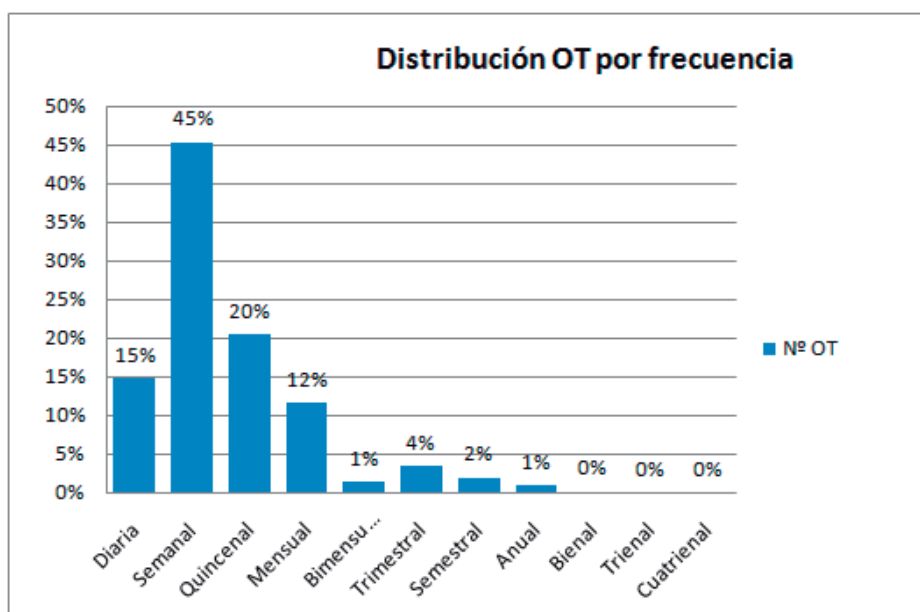


Figura 4.2.2. Número de órdenes de trabajo según la frecuencia de revisión

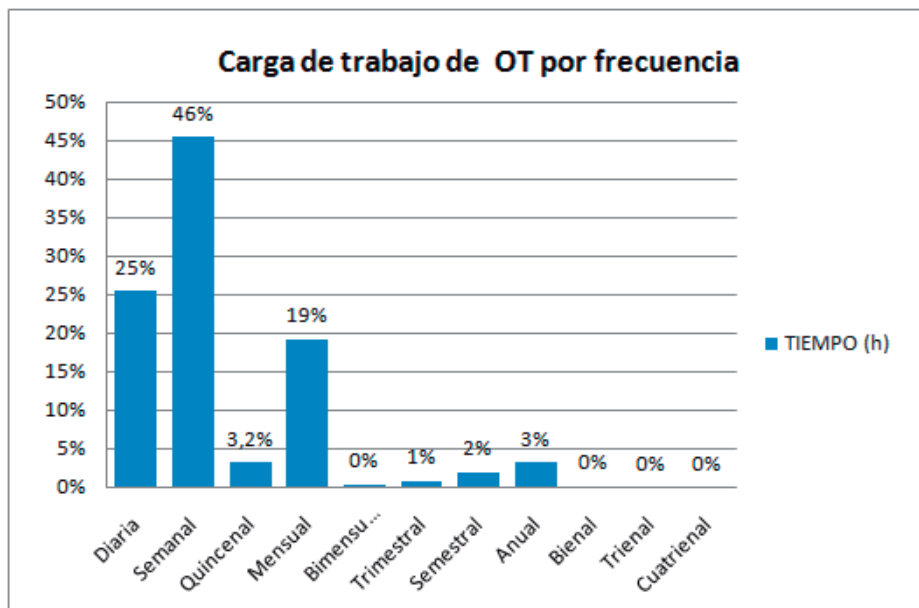


Figura 4.2.3. Tiempo previsto de trabajo según la frecuencia de revisión

El 94% de la carga de trabajo corresponde a operaciones de mantenimiento con frecuencia igual o inferior a un mes. Como es lógico las frecuencias de orden menor son las que mayor se repiten durante el ejercicio. Como veremos más adelante la presencia de frecuencias de orden menor se debe a la estrategia escogida, la cual se basa mayoritariamente en operaciones de primer nivel como son limpiezas e inspecciones visuales.

4.3 GAMAS POR ESPECIALIDAD

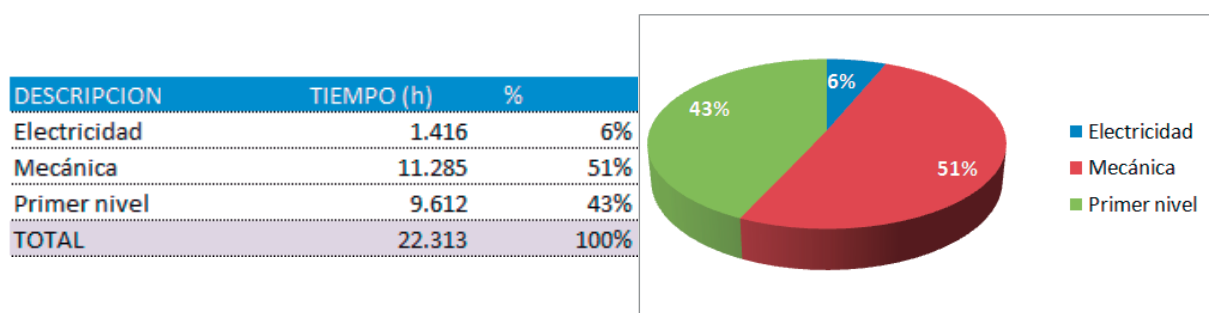


Figura. 4.3.1. Distribución de la carga de trabajo en horas por especialidad.

El 43% de las horas totales corresponden a tareas de primer nivel que no requieren formación de base, salvo la del propio puesto de trabajo. El resto de horas se polariza entre tareas mecánicas y eléctricas. Las tareas eléctricas tienen una incidencia baja del 6%. El motivo principal es la concentración de los cuadros eléctricos en una sala técnica, lo cual los mantiene resguardados y facilita las labores de mantenimiento.

4.4 GAMAS POR ESTADO DE LA MÁQUINA

DESCRIPCION	TIEMPO (h)	%
Paro	16.466	74%
Marcha sin material	2.233	10%
Marcha con material	3.614	16%
TOTAL	22.313	100%

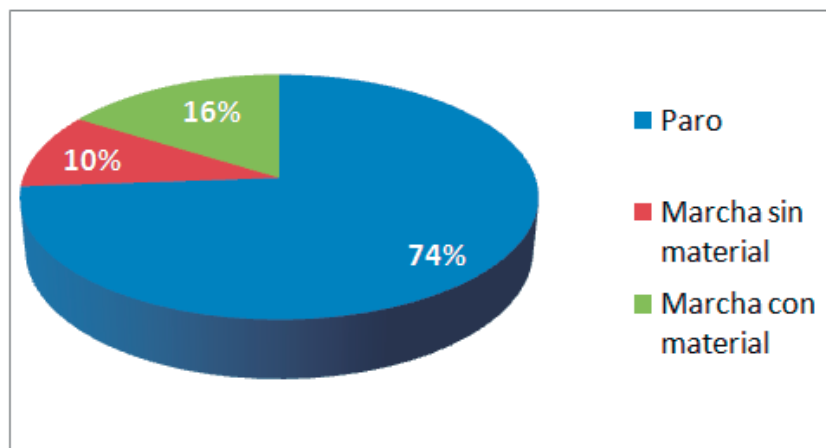


Figura. 4.4.1. Reparto de carga de trabajo según el estado de las instalaciones.

El 84% del tiempo previsto disponible para mantenimiento debe realizarse con la planta parada. Esto implica que se debe concentrar los recursos disponibles mayoritariamente en el turno de noche.

4.5 GAMAS POR TIPO DE OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO

DESCRIPCION	TIEMPO (h)	%
Lubricación	731	3%
Inspeccion visual	8.258	37%
Ensayos y verificaciones	1.948	9%
Ajustes	204	1%
Intervenciones	1.530	7%
Limpeza técnica especiali:	592	3%
Limpiezas de 1º nivel	9.051	41%
TOTAL	22.313	100%

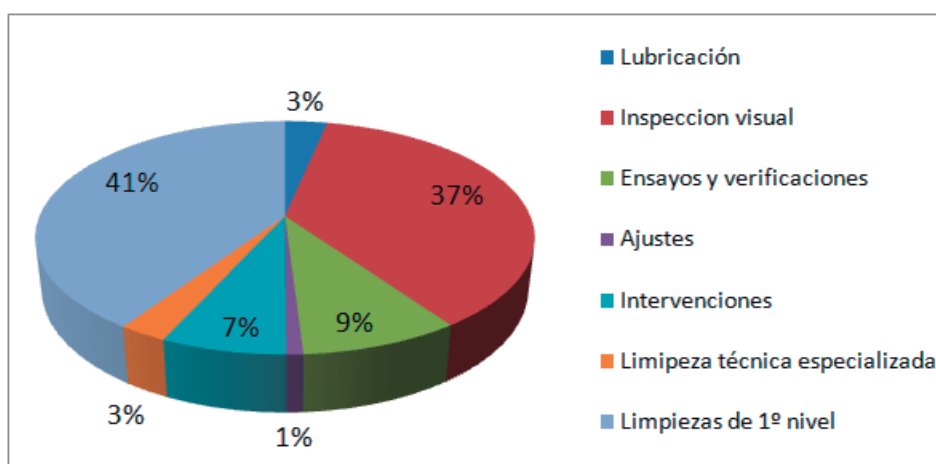


Figura. 4.5.1. Reparto de carga de trabajo según el tipo de operación de mantenimiento.

Se observa que el 78% de las operaciones de mantenimiento son inspecciones visuales y limpieza. Este dato es muy significativo en lo que respecta a la configuración del equipo de mantenimiento necesario.

5 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

5.1 EQUIPO DE MANTENIMIENTO Y ORGANIZACIÓN DE TURNOS DE TRABAJO

En capítulos anteriores se ha definido la estrategia y plan de mantenimiento a ejecutar en la planta. Para poder llevar a cabo las tareas del plan de mantenimiento es necesario definir un equipo de trabajo que esté en línea con las conclusiones obtenidas anteriormente. En ese sentido es necesario resolver una discrepancia que pueda existir entre los tipos de operaciones de mantenimiento y especialidades. Del capítulo anterior se concluía:

- El 44% de las operaciones de mantenimiento corresponden a limpieza de maquinaria tanto básica como limpieza especializada.
- El 43% de las operaciones de mantenimiento corresponden a tareas de primer nivel.
- El 84% de las operaciones deben realizarse con las instalaciones paradas.

Se ha de comentar que las tareas de limpieza especializadas nos se consideran operaciones de primer nivel, pues requieren una formación de base mínima para poder realizarlas correctamente. No obstante esto no quiere decir sean tareas que no estén al alcance del personal no cualificado.

Se propone por tanto que una parte de las tareas de limpieza especializada pueda ser asumida por personal no cualificado de forma progresiva tras un periodo de adaptación y formación. Según el avance en la ejecución del plan de mantenimiento la discrepancia entre tareas de mantenimiento de primer nivel y tareas de limpieza debe tender a la convergencia.

Considerando las horas necesarias para ejecutar todas las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo y lo anteriormente expuesto, teniendo en cuenta además que se considera que una persona trabaja 1.731 horas/año, el personal necesario sería el siguiente:

TOTAL OT DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	22.313
HORAS DE CONVENIO APROX	1.731
Nº DE PERSONAS NECESARIAS	12,89

El reparto proporcional según el criterio de familia y tipo de trabajo se muestra a continuación:

DESCRIPCION FAMILIA	Nº MAQUINAS	%	TIEMPO (h)	% TIEMPO	Nº PERSONAS	Lubricación	Inspección visual	Ensayos y verificaciones	Ajustes	Intervenciones	Limpieza de 1º nivel	Limpieza
TRANSPORTADOR DE CADENAS	3	3,5%	668	3%	0,39	0,02	0,15	0,04	0,00	0,01	0,13	0,03
CINTA TRANSPORTADORA	47	55,3%	10.317	46%	5,96	0,16	2,84	0,03	-	0,56	1,77	-
TROMEL	1	1,2%	498	2%	0,29	0,00	0,10	0,04	-	0,02	0,12	0,00
ESTACIÓN COMPACTADORA: GENERAL	1	1,2%	303	1%	0,17	-	0,03	0,00	-	0,00	0,13	0,00
ESTACIÓN COMPACTADORA: INSTALACIÓN COMPACTADORA	1	1,2%	195	1%	0,11	0,00	0,05	0,01	0,01	0,00	0,04	0,01
ESTACIÓN COMPACTADORA: INSTALACIÓN DE TRASPORTE	1	1,2%	66	0%	0,04	0,01	0,02	0,01	-	0,00	0,01	-
ESTACIÓN COMPACTADORA: CONTENEDORES	1	1,2%	19	0%	0,01	0,00	0,00	-	-	-	0,00	-
ABREBOLSAS	1	1,2%	757	3%	0,44	0,04	0,05	0,01	0,01	0,04	0,26	0,03
BALISTICO SUPERIOR	1	1,2%	1.184	5%	0,68	0,03	0,18	0,02	-	0,02	0,41	0,02
BALISTICO INFERIOR	1	1,2%	1.184	5%	0,68	0,03	0,18	0,02	-	0,02	0,41	0,02
SEPARADOR MAGNETICO	2	2,4%	478	2%	0,28	0,01	0,11	0,02	-	0,02	0,11	0,01
CINTA ACELERADORA	4	4,7%	881	4%	0,51	0,01	0,24	0,05	-	0,05	0,15	-
SEPARADOR OPTICO	4	4,7%	1.363	6%	0,79	-	0,11	0,04	0,03	0,02	0,51	0,08
SEPARADOR DE INDUCCIÓN	1	1,2%	300	1%	0,17	0,01	0,08	0,01	0,00	0,01	0,06	0,00
PINCHABOTELLAS PET	1	1,2%	479	2%	0,28	0,01	0,04	0,03	0,01	0,01	0,17	0,01
PRENSA METALES CH-50	1	1,2%	351	2%	0,20	0,01	0,06	0,02	0,01	0,02	0,08	0,01
PRENSA ALUMINIO CH-40	1	1,2%	333	1%	0,19	0,01	0,06	0,02	0,01	0,01	0,08	0,01
SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: GENERAL + CONDUCTOS	1	1,2%	313	1%	0,18	-	0,03	0,02	-	0,01	0,12	0,00
SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: VÁLVULA GIRATORIA	1	1,2%	67	0%	0,04	0,01	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,01
SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: VENTILADOR DE RECIRCULACIÓN	1	1,2%	111	0%	0,06	0,01	0,02	0,00	-	0,00	0,02	0,01
SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: SEPARADOR DE AIRE	1	1,2%	29	0%	0,02	0,00	0,00	-	-	-	0,01	-
SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: SEPARADOR COMBI	1	1,2%	42	0%	0,02	-	0,00	0,00	-	-	0,02	-
SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: FILTRO DE MANGAS	1	1,2%	57	0%	0,03	-	0,00	0,00	-	0,00	0,03	-
COMPRESOR DE AIRE MISTRAL 60B	2	2,4%	182	1%	0,11	0,00	0,05	0,01	-	0,01	0,01	0,02
PRENSA FILM IMABE	1	1,2%	667	3%	0,39	0,02	0,11	0,03	0,01	0,01	0,18	0,02
INSTALACION CCTV	1	1,2%	103	0%	0,06	-	0,01	0,01	-	0,02	-	0,02
CUADROS ELÉCTRICOS CENTRALIZADOS	1	1,2%	34	0%	0,02	-	0,01	0,01	-	0,00	-	0,00
PRENSA MULTIMATERIALES PAAL	1	1,2%	667	3%	0,39	0,02	0,11	0,03	0,01	0,01	0,18	0,02
PRENSA MULTIMATERIALES FAES	1	1,2%	667	3%	0,39	0,02	0,11	0,03	0,01	0,01	0,18	0,02
Total	85	100,0%	22.313	100%	12,89	0,42	4,77	1,13	0,12	0,88	5,23	0,34

Figura. 5.1.1. Reparto de carga de trabajo según el tipo de operación de mantenimiento y familia.

DESCRIPCION	%	Nº DE PERSONAS
Lubricación	3%	0,4
Inspección visual	37%	4,8
Ensayos y verificaciones	9%	1,1
Ajustes	1%	0,1
Intervenciones	7%	0,9
Limpieza técnica especializada	3%	0,3
Limpiezas de 1º nivel	41%	5,2
TOTAL	100%	12,9

Figura. 5.1.2. Reparto de carga de trabajo según el tipo de operación de mantenimiento.

DESCRIPCION	%	Nº DE PERSONAS
Paro	74%	9,5
Marcha sin material	10%	1,3
Marcha con material	16%	2,1
TOTAL	100%	12,9
DESCRIPCION	%	Nº DE PERSONAS
Electricidad	6%	0,8
Mecánica	51%	6,5
Primer nivel	43%	5,6
TOTAL	100%	12,9

Figura. 5.1.3. Reparto de carga de trabajo según el estado de funcionamiento y especialidad técnica.

Se observa que se necesita 5,23 personas para realizar tareas de limpieza ordinaria y 4,77 para realizar inspecciones visuales. Así mismo 5,96 personas han de estar dedicados al mantenimiento preventivo de las cintas transportadoras. Solamente disponemos de 2 personas para realizar tareas de mantenimiento con las instalaciones en funcionamiento y como máximo una persona disponemos para realizar tareas eléctricas.

Según lo comentado anterior se propone la siguiente organización del servicio:

Categoría	TURNOS / N°			1731	días de trabajo			Total H. Normales
	Lunes - Viernes			FTE	231	L-V	7,4	
	M	T	N		M	T	N	
				0,00	0	0	0	0
				0,00	0	0	0	0
Jefe de equipo (mecánico)			1,00	0,99	0	0	1.709	1.709
Oficial mecánico	1,00	1,00	3,00	4,94	1.709	1.709	5.128	8.547
Oficial eléctrico			1,00	0,99	0	0	1.709	1.709
Especialista			6,00	5,93	0	0	10.256	10.256
				0,00	0	0	0	0
				0,00	0	0	0	0
				0,00	0	0	0	0
				0,00	0	0	0	0
				0,00	0	0	0	0
				0,00	0	0	0	0
personal teórico	1	1	11	12,84	1.709	1.709	18.803	22.222
personal real	0,99	0,99	10,86	12,84				

Figura. 5.1.4. Definición de jornadas de trabajo

Se plantea un equipo de trabajo de 13 personas de presencia en planta, con un jefe de equipo, quien se encargaría de realizar un seguimiento de las tareas. 6 de las 13 personas son especialistas, mientras que el resto es personal cualificado. Un eléctrico y el resto mecánicos.

Se propone realizar las operaciones de mantenimiento durante el turno de noche entre lunes y viernes, reservando dos personas para realizar durante el turno de mañana y turno de tarde aquellas tareas que pueden realizarse con la planta en marcha.

Para el cálculo de las horas anuales según la plantilla definida se tiene en cuenta lo siguiente:

- Cada operario tiene una jornada anual aproximada de 1731 horas
- Respecto los días de presencia se excluyen fines de semana y festivos
- No está previsto cubrir vacaciones y absentismos.
- Las horas diarias efectivas de trabajo son 7,5 horas que para sumar 1731 horas implica un equivalente de 231 días de trabajo. A estos días se ha de restar permisos retribuidos por lo que se espera que a final de año un trabajador realice 1700 horas.

Por lo tanto el cálculo del personal real de presencia en planta es el que se muestra en la tabla anterior.

5.2 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Según el volumen de operaciones de mantenimiento que se estima realizar y bajo el criterio de disponer de un plan de mantenimiento dinámico que pueda ser actualizado según las necesidades de servicio se propone la implantación de un sistema de gestión de mantenimiento.

Se plantea como posible opción de eficiencia y eficacia implementar el plan de mantenimiento propuesto en un sistema de gestión asistido por ordenador (GMAO)

Una buena elección del GMAO es importante para asegurar que la gestión de mantenimiento funciona, ya que si no se dispone de una buena herramienta el trabajo puede ser ineficiente y económicamente insostenible. A continuación detalla algunos criterios que pueden clave:

Facilidad de manejo

Es importante que el programa sea intuitivo y fácil de manejar por cualquier trabajador. Este aspecto evita la especialización y acorta los periodos de adaptación y formación de las personas que lo utilizan.

Potencia

No por el hecho que un programa sea más potente que otro será mejor, ni tampoco si ocurre lo contrario. El programa a elegir debe disponer de la potencia acorde a las necesidades del servicio. Como ejemplo se puede citar ambos casos; si necesitamos realizar un control de rotura de stocks en un almacén de recambios necesariamente el programa a elegir debe disponer de la suficiente potencia para abordar este tema o de lo contrario necesitaremos herramientas alternativas que dificultarán o simplemente hará inviable el procesado de datos. Por otro lado en el caso que solamente se realiza una gestión de órdenes de trabajo sin vínculos con la gestión de recambios, energías, facturación u otros, no será adecuado elegir un programa muy potente, pues de ser así se perderá demasiado tiempo en realizar operaciones elementales, además que por regla general su manejo es más complejo.

Coste

Se ha de tener en cuenta el coste de la herramienta, ya que existen variaciones significativas de precio entre las diferentes soluciones existentes en el mercado. Por regla general se debe tener en cuenta un posible coste inicial de licencia si la base de datos es de propietario. Además existirá un coste anual de mantenimiento que suele incluir el soporte técnico del funcionamiento de la herramienta, pero no suele incluir el coste de implantación y actualización de la misma. Dicho esto, elegir un programa con una potencia sobredimensionada a las necesidades implicará incrementar por un lado, el coste de licencia y mantenimiento y por otro también el coste de implantación y actualización.

Conectividad

Según la ubicación de la base de datos nos encontraremos las siguientes topologías:

1. Base de datos en servidor Web.
2. Base de datos en servidor local.
3. Base de datos en el propio equipo.

A continuación se expone una comparativa de las ventajas e inconvenientes que presenta cada una de ellas.

Ubicación de la BD	Ventajas		Inconvenientes	
Servidor web	Transparencia	Facilidad para centralizar resultados	Necesita conexión de banda ancha fiable y permanente	Velocidad de acceso
Servidor local	Transparencia entre departamentos del centro de trabajo	Velocidad de acceso	Opacidad fuera del centro de trabajo	Dificultad para centralizar resultados. Dependencia de la política de privacidad de datos del centro de trabajo
Equipo	Velocidad de acceso	Solamente necesita conectividad para el reporte de la BD	No se dispone de la información en tiempo real	Opacidad si no se facilita el reporte de la BD

Figura. 5.2.1. Cuadro comparativo empírico acerca de la ubicación de la base de datos

Velocidad

La herramienta ha de ser rápida tanto en la entrada de datos como en el procesado de los mismos. Un GAMO que necesita el doble de tiempo respecto a otro para generar una orden de trabajo, implica que necesita el doble de recursos administrativos para su explotación

Soporte técnico

El soporte técnico que ofrece el proveedor del programa GMAO ha de ser ágil y efectivo, para evitar despilfarros por tiempos muertos inasumibles.

Accesibilidad a la BD

El programa GMAO ha de ser fácilmente accesible desde otras herramientas informáticas como Access, Excel, etc. De esta forma será posible automatizar tanto la puesta en marcha del GMAO (inventario, importación de gamas de mantenimiento, planificación anual,...) como el reporte de resultados.

La implantación del GMAO requiere una inversión de tiempo inicial en definir el constructor de cada una de las bases de datos que lo componen. Concretamente en Semesa la carga de trabajo necesaria se puede reducir a solamente la carga administrativa de entrada de datos o de carga automática de tablas, según el GMAO. El plan de mantenimiento definido en el presente trabajo contempla la posibilidad de ser migrado a un GMAO, por lo que solamente sería necesario adaptar los formatos, si procede.

Las funciones básicas mínimas que debería cumplir un GAMO son las siguientes:

Inputs

- Lanzamiento órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo programado y correctivo si se da el caso asignadas a equipos.

- Entrada de datos acerca de las operaciones de mantenimiento realizadas, utilizando para ello el parte de trabajo diario.
- Entrada de resultados de mediciones durante la ejecución de ensayos y verificaciones.
- Entrada de horas de trabajo realizadas asignadas a órdenes de trabajo.

Outputs

- Seguimiento de histórico de las operaciones de mantenimiento realizadas.
- Resultados de la ejecución de tareas de mantenimiento predictivo.
- Seguimiento de indicadores de mantenimiento.

Proceso operativo

A continuación se muestra un ejemplo del proceso operativo a seguir una vez el GMAO está implantado y en funcionamiento.

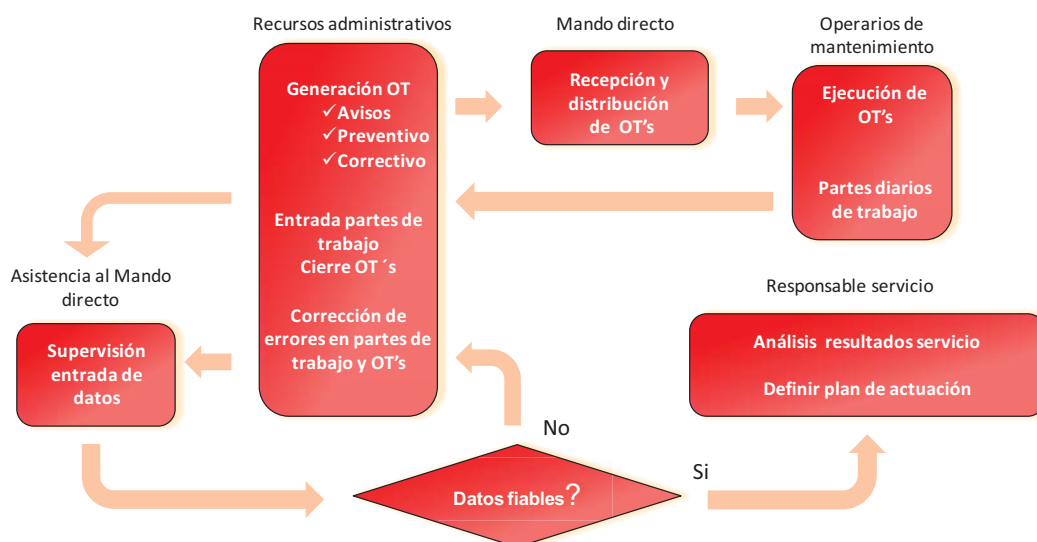


Figura. 5.2.2. Proceso de entrada y salida de datos de un sistema de gestión de mantenimiento.

Ejemplo de posibles indicadores

Los siguientes indicadores de mantenimiento podrían ser un buen punto de partida en Semesa:

Cumplimiento preventivo: Mide el cumplimiento del plan semanal de mantenimiento

$$\text{Cumplimiento preventivo} = \frac{\text{Preventivos realizados}}{\text{Preventivos planificados}} * 100$$

Error de tiempo: Mide la desviación entre el tiempo real de ejecución y el tiempo programado. Inicialmente servirá para ajustar el plan de mantenimiento a la situación real. Posteriormente puede ser una forma de detectar complicaciones en la ejecución de operaciones de mantenimiento.

$$\text{Error de tiempo} = \frac{\sum \text{tiempos previstos} - \sum \text{Tiempos de intervención}}{\sum \text{tiempos previstos}} * 100$$

MTTR: Este indicador nos aporta información acerca del tiempo que se necesita en realizar una operación de mantenimiento. Puede ir referido a la planta en conjunto o a una máquina concreta, según la necesidad.

$$\text{MTTR} = \frac{\sum \text{Tiempos de intervención}}{\sum \text{Ordenes de trabajo cerradas}}$$

DISPONIBILIDAD: Aporta información sobre el tiempo que la máquina o planta en general está disponible para poder producir.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\sum \text{Tiempos de parada por avería}}{\text{Tiempo de producción planificado}} * 100$$

MTBF: Este indicador puede alertar del aumento de la relevancia de las averías. Si son paralizantes entonces el MTBF será mayor respecto al mismo número de averías que se han resuelto sin parar la máquina o bien parando un tiempo mínimo.

$$\text{MTBF} = \frac{\sum \text{Averías producidas}}{\text{tiempo de producción planificado} - \sum \text{tiempos de paro por avería}}$$

En este caso el MTBF tiene en cuenta el tiempo que la máquina está parada por avería y en consecuencia no se considera en el cálculo.

5.3 MEDIOS Y HERRAMIENTAS

Para poder realizar las tareas de mantenimiento será necesario disponer de un mínimo de herramientas y medios auxiliares los cuales se describen a continuación de forma no exhaustiva:

Herramientas de mano

- ✓ Llave fija: 6 - 7 hasta 30 - 32
- ✓ Llave estrella acodada 6 - 7 hasta 30 - 32
- ✓ Llaves estrella plana: 6 - 7 hasta 30 - 32
- ✓ Llave extensible
- ✓ Llave inglesa 6"
- ✓ Llave inglesa 10"
- ✓ Llave inglesa 12"
- ✓ Juego de llaves Allen bola
- ✓ Juego de llaves Torx
- ✓ Juego destornilladores aislados

- ✓ Broca progresiva
- ✓ Juego de brocas de pared y metal
- ✓ Juego de machos
- ✓ Destornillador extra corto punta plana
- ✓ Destornillador extra corto punta estrella
- ✓ Calibrador (pie de rey)
- ✓ Juego de limas acabado fino (Redonda, media caña, plana, triangular)
- ✓ Juego de limas acabado medio (Redonda, media caña, plana, triangular)
- ✓ Juego botadores
- ✓ Arco de sierra
- ✓ Escuadra
- ✓ Nivel
- ✓ Flexómetro
- ✓ Escarpa
- ✓ Juego de cinceles y buriles
- ✓ Espátula
- ✓ brocha
- ✓ Martillo
- ✓ Maza nilon
- ✓ Alicates universales aislados
- ✓ Alicates corte aislados
- ✓ Alicates punta plana aislados
- ✓ Pela cables
- ✓ Tijeras electricista
- ✓ Prensa terminales
- ✓ extractor de fusibles de cuchilla BT
- ✓ Cutter
- ✓ Pinza amperimétrica AC/DC 600 V, 1000 A
- ✓ Multímetro digital
- ✓ Linterna
- ✓ Soldador de estaño

5.4 HERRAMIENTAS COMUNES

Se deberá disponer de herramientas, que bien por su menor uso, mayor tamaño y coste son compartidos por el equipo de mantenimiento. A continuación se detalla las necesidades más habituales:

- ✓ Comprobador multifunción de instalaciones eléctricas
- ✓ Termómetro de infrarrojos
- ✓ Cámara termográfica
- ✓ luxómetro
- ✓ Máquina de taladrar portátil con percutor
- ✓ Radial
- ✓ Grupo de soldadura por electrodo
- ✓ Soplete de oxicorte
- ✓ Juego de vasos y llaves de carraca
- ✓ Remachadora
- ✓ Polipasto
- ✓ Juego de sacabocados
- ✓ Escalera plegable
- ✓ Amoladora de banco
- ✓ Sierra de cinta
- ✓ Taladro de banco

5.5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y UNIFORMIDAD

El departamento de prevención determinará los equipos de protección individual necesarios para realizar los trabajos de mantenimiento.

De forma orientativa se detalla un listado de equipos de protección individual que pueden necesitarse.

- ✓ Protectores auditivos que cumplan con las normas EN-352 y EN-458
- ✓ Gafas protectoras.
- ✓ Mascarillas filtrantes para la protección de las vías respiratorias frente al polvo.
- ✓ Calzado de seguridad con suela aislante y protección contra la caída de objetos.
- ✓ Guantes aislantes clase 0 (1000V)
- ✓ Guantes de protección contra cortes y aceites irritantes.
- ✓ Arnés de seguridad anti caída que cumpla con la norma EN-361
- ✓ Uniformidad o chaleco reflectante.
- ✓ Pantalla protectora de soldadura al arco.
- ✓ Delantal de cuero de protección contra proyecciones de soldadura.
- ✓ Gafas protectoras con filtro para oxicorte y soldadura autógena.

5.6 MEDIOS AUXILIARES

Será necesario el uso de los siguientes medios auxiliares

- ✓ Brazo elevador articulado. Se usará de forma habitual, por lo que se debe contemplar la su disponibilidad de forma permanente.
- ✓ Carretilla elevadora. Se utilizará de forma ocasional

5.7 FORMACIÓN MÍNIMA EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

El departamento de prevención dictaminará la formación necesaria en este ámbito para poder realizar los trabajos de mantenimiento.

De forma generalizada la formación mínima que puede ser requerida se detalla a continuación.

- ✓ Formación básica de prevención de riesgos laborales.
- ✓ Formación de personal para ejercer como recurso preventivo.
- ✓ Trabajos en altura.
- ✓ Plataformas elevadoras.
- ✓ Carretillas elevadoras y puentes grúa.
- ✓ Riesgo eléctrico.
- ✓ Espacios confinados (Especialmente para fosos de bunkers)

Se considera necesario la presencia mínima de un recurso preventivo en cada turno de trabajo.

6 ESTUDIO ECONÓMICO

En el capítulo anterior se ha determinado la carga de trabajo anual de mantenimiento preventivo. El resultado obtenido tiene asociado un coste económico, que junto el resto de costes de los medios necesarios para ejecutar el plan de mantenimiento configuran el coste anual total estimado. Este coste no contempla costes de gestión propios del personal indirecto que pertenece a la estructura de una compañía.

6.1 DETERMINACIÓN DEL COSTE DE MANO DE OBRA

COSTE EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO			
uds		salario bruto	Coste empresa (34,5%) Total CMO
1	Jefe de equipo	25.000,00 €	33.625,00 €
3	Oficial mecánico con nocturnidad	24.000,00 €	32.280,00 €
2	Oficial mecánico con nocturnidad	22.000,00 €	29.590,00 €
1	Oficial eléctrico	24.000,00 €	32.280,00 €
6	Especialista	19.000,00 €	25.555,00 €
Mano de obra mto preventivo			375.255,00 €

Figura 6.1.1. Coste de mano de obra

Sobre la tabla anterior se hacen las siguientes consideraciones:

- ✓ Se considera un calendario anual de 1731 horas, que establece el convenio colectivo de SEMESA, de los cuales se estima efectivas de trabajo 1700 horas/año.
- ✓ El coste de empresa se determina como el salario bruto de los operarios más la aportación de la empresa a la seguridad social. Teniendo en cuenta que el coste de las aportaciones depende de la modalidad de contratación se ha estimado un 34,5% de incremento sobre el salario bruto como dato aproximado si el personal está indefinido.

Además de los costes de mano de obra se han de considerar otros costes materiales, los cuales se añaden a continuación:

RESUMEN DE COSTES DE EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANTE	Coste	%
Mano de obra Preventivo	375.255 €	93,5%
Pequeño material de ferretería y otros consumibles	8.500,00 €	2,1%
Alquiler de medios auxiliares	12.200 €	3,0%
Coste anual herramientas (Compra Amortizada en tres años)	1.400,00 €	0,3%
Uniformidad, EPI + Formación inicial PRL	3.900 €	1,0%
Total	401.255,00 €	100%
Toneladas tratadas en 2017	22.157,00	
Coste unitario €/Tn	18,11 €	

Figura 6.1.2.Previsión de costes de ejecución del plan de mantenimiento.

- El resultado económico no tiene en cuenta el margen que pueda ser aplicado en el caso de externalizar en parte o en todo, el servicio de mantenimiento.
- Se considera necesario la disponibilidad de un elevador articulado.
- El coste anual de las herramientas se determina por amortización lineal en un periodo de 3 años.

Teniendo en cuenta los datos de producción publicados en la web de SEMESA, el coste unitario de mantenimiento que está cargado sobre la tonelada vendida es de 18,11€, considerando en 2017 22.157 toneladas tratadas en la planta.

7 ANEXO 1: FICHAS DE EQUIPOS

8 ANEXO 2: GAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

9 ANEXO 3: FICHAS DE ENGRASE



PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE
PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE VOLUMINOSOS DE
SEMESA

Septiembre de 2016

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
1.1	DATOS GENERALES DE UBICACIÓN Y ACTIVIDAD DEL CENTRO DE TRABAJO	5
1.2	OBJETIVOS	6
1.3	IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO EN ENTORNOS INDUSTRIALES	6
1.4	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	7
1.4.1	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	8
1.4.2	ESTRATEGIAS UTILIZADAS	9
2	ESTUDIO PREVIO	11
2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y JORNADAS DE TRABAJO	11
2.2	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	12
3.2.1.	TRITURADOR	12
3.2.2.	TORNILLO DE SALIDA DEL TRITURADOR	16
3.2.3.	DETECTOR DE CHISPAS	16
3.2.4.	CINTAS DE BANDA	17
3.2.5.	SEPARADORES FÉRRICOS	18
3.2.6.	SEPARADOR DE INDUCCIÓN	19
3.2.7.	CRIBA DE RODILLOS	20
3.2.8.	TRANSPORTADORES DE CADENA REDLER, VALVULAS DISTRIBUIDORAS Y VALVULAS DE GUILLOTINA	21
3.2.9.	DESCARGA DE SILOS	22
3.2.10.	FILTROS DE MANGAS	23
3.2.11.	MONITORIZACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO	24
2.3	JUSTIFICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	26
3	PLAN DE MANTENIMIENTO	27
3.1	ESTRUCTURA DE DATOS	28
3.2	CRITERIO DE CODIFICACIÓN	29
3.2.12.	CODIFICACIÓN DE EQUIPOS/INSTALACIONES	29
3.2.13.	CODIFICACIÓN DE GAMAS	30
3.2.14.	CODIFICACIÓN DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	30
3.2.15.	LISTA DE CÓDIGOS	31
3.2.16.	EQUIPOS / INSTALACIONES	35
3.2.17.	GAMAS Y OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	38
3.2.18.	CALENDARIO PROGRAMADO DE REVISIONES	40
4	ESTUDIO DE CARGAS DE TRABAJO	44
4.1	GAMAS POR ZONA	44
4.2	GAMAS POR FRECUENCIA	45
4.3	GAMAS POR ESPECIALIDAD	46
4.4	GAMAS POR ESTADO DE LA MÁQUINA	47
4.5	GAMAS POR TIPO DE OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO	48
5	ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	49
5.1	EQUIPO DE MANTENIMIENTO Y ORGANIZACIÓN DE TURNOS DE TRABAJO	49
5.2	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	50

5.3	MEDIOS Y HERRAMIENTAS	54
5.4	HERRAMIENTAS COMUNES	55
5.5	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y UNIFORMIDAD	56
5.6	MEDIOS AUXILIARES	56
5.7	FORMACIÓN MÍNIMA EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	56
6	ESTUDIO ECONÓMICO	57
6.1	DETERMINACIÓN DEL COSTE DE MANO DE OBRA	57
7	ANEXO 1: FICHAS DE EQUIPOS	59
8	ANEXO 2: GAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	60
9	ANEXO 3: FICHAS DE ENGRASE	61

1 INTRODUCCIÓN

1.1 DATOS GENERALES DE UBICACIÓN Y ACTIVIDAD DEL CENTRO DE TRABAJO

SELECTIVES METROPOLITANES S.A (SEMESA) es una empresa 100% participada por TRATAMIENTO Y SELECCIÓN DE RESIDUOS S.A. (TERSA) cuya actividad es el tratamiento y asimilación de residuos municipales y asimilables del ámbito metropolitano. En lo que respecta SEMESA dentro del grupo, dispone de una planta cuya actividad es la selección de evases ligeros procedentes de la recogida selectiva en función de su composición y cuyo destino es el posterior tratamiento por empresas especializadas. Dispone de otra planta, la cual es el objeto del presente trabajo, cuya actividad es la selección y trituración de residuos voluminosos y maderas procedentes de la recogida selectiva en el area metropolitana de Barcelona. Ambas plantas se encuentran situadas en en la Ctra. Camí Antic de Barcelona a València, B-210 Km 1, dentro del término municipal de Gavà limitando con el de Viladecans.



Figura 1.1.1. Imagen de satélite de Semesa

Previo tratamiento en la planta de voluminosos se realiza una selección con el fin de separar material que no sean maderas y restos de la poda para posteriormente destinarlo a otros centros de trabajo especializados. El material a procesar se tritura y se almacena en grandes silos a la espera de ser retirado en camiones hacia otros destinatarios para ser utilizado principalmente como combustible.

La producción en el ejercicio 2015, según datos publicados en la web, fue de 48.940 toneladas/año, de las cuales 42.677 (87.2%) es material triturado. Considerando todos los días del año como productivos la producción diaria media en 2015 fue de 116,92 toneladas.

El material ya triturado se compone de 29.089 toneladas de astilla con granulometría de 20-50mm y 13.588 toneladas de astilla fina con granulometría de 0-20mm.



Figura 1.1.2. Esquema de principio del proceso con datos de producción del ejercicio 2015

Fuente: <http://www.teresa.cat/es/planta-de-tratamiento-de-residuos-voluminosos> 2488

La anterior tabla muestra de forma esquemática el flujo de proceso de selección y trituración, así como los destinos en la salida de material. En relación a todo el proceso, las fases de trituración y cribaje son de transformación por lo que ambas se realizan utilizando las instalaciones de la planta de voluminosos, las cuales se describirán posteriormente y son el objeto del presente trabajo.

1.2 OBJETIVOS

Las instalaciones actuales ubicadas en la planta de voluminosos están en funcionamiento desde el año 2014. Semesa tiene la necesidad de elaborar un plan de actuación para conservar el estado de las instalaciones, que aunque son relativamente nuevas, debido a las características del entorno de trabajo y necesidades de producción, experimentan un inevitable envejecimiento que ha de ser vigilado y dilatado en el tiempo tanto como sea posible. Es por ello que se encomienda a INGEWATT el estudio de necesidades y el desarrollo de un plan de mantenimiento que pueda ser implementado con un equipo de trabajo en el corto plazo.

1.3 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO EN ENTORNOS INDUSTRIALES

Considerando que el 87% del material que entra en la planta ha de ser procesado la disponibilidad de las instalaciones, el rendimiento y la calidad del producto son puntos clave para mantener estos volúmenes de producción.

Se define como disponibilidad el tiempo que una instalación está a disposición para estar en funcionamiento respecto al intervalo de tiempo el cual está previsto manufacturar o procesar. Se trata de un indicador expresado en porcentaje y que está estrechamente relacionado con el rendimiento, aunque cabe diferenciar ambos indicadores, pues la disponibilidad no depende del factor humano, mientras que el rendimiento puede estar condicionado por el buen funcionamiento de las instalaciones y también por el factor humano.

$$\text{disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo total planificado} - \text{paradas imprevistas}}{\text{tiempo total planificado}} \times 100$$

Una avería paralizante condiciona la disponibilidad y una cinta transportadora que se desplaza a una velocidad inferior a la prevista condiciona el rendimiento. Por otro lado la calidad puede no ser óptima debido, por ejemplo, a un mal cribaje. Se trataría entonces de una causa asociada al correcto funcionamiento de las instalaciones.

Para poder medir la influencia de estos factores puede recurrirse a un indicador denominado como OEE (Overall Equipment Efficiency) el cual relaciona disponibilidad, rendimiento y calidad. Se trata pues de un indicador de productividad que relaciona tres variables, las cuales están condicionadas total o en parte por el buen funcionamiento de las instalaciones.

$$OEE = \text{disponibilidad} \times \text{rendimiento} \times \text{calidad}$$

La planta de voluminosos de Semesa se caracteriza por ser un sistema de instalaciones de producción en línea, donde el proceso es continuo y está automatizado. El proceso está centralizado y supervisado desde una sala técnica a través de un scada, luego la interferencia del factor humano es mínima en la mayor parte del proceso, a excepción de la carga de camiones con producto terminado, que es la única tarea manual que se realiza. El proceso se describirá en más detalle posteriormente.

Existe una línea de producción sin posibilidad de redundancia. Esto significa que una avería paralizante en una máquina detiene el proceso entero, puesto que produce un cuello de botella, hablando en términos de organización de la producción. Por otro lado los flujos de producción son regulados por el almacenaje de material en silos, de los cuales existe redundancia en dos de los tres que existen.

Según lo comentado anteriormente el buen funcionamiento de las instalaciones contribuye mayoritariamente a alcanzar un OEE dentro de la excelencia, o bien todo lo contrario. De la misma forma un mal funcionamiento de las instalaciones será la causa que se produzca dos de los siete desperdicios descritos por Taiichi Ohno (Creador del sistema Just in Time o sistema de producción Toyota), el desperdicio por esperas y por productos defectuosos, claro está que son dos términos muy genéricos pero al mismo tiempo identificables en la planta.

Para minimizar el impacto de las instalaciones sobre estos indicadores se hace necesario la implantación de un plan de mantenimiento que se ajuste a las necesidades de producción, pero que al mismo tiempo maximice la disponibilidad de las instalaciones.

1.4 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

El plan de mantenimiento define las estrategias, operaciones a realizar, tiempos y formas para que las instalaciones estén disponibles para funcionar.

Las actividad de la empresa, tipología de instalaciones y el entorno de trabajo son variables a tener en cuenta a elegir la estrategia de mantenimiento a ejecutar. No necesariamente conviene que el plan de mantenimiento esté basado en una única estrategia, sino más bien en una combinación de todas ellas o algunas de ellas. La idea es que el plan de mantenimiento se adapte en lo posible a las necesidades de producción y no lo contrario

1.4.1 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Las operaciones de mantenimiento que pueden ejecutarse en las instalaciones y que son definidas en el plan de mantenimiento se pueden clasificar en los siguientes tipos:

Inspecciones visuales: Son aquellas operaciones no invasivas o en las que la interferencia del operario es mínima. Tienen como fin evaluar el estado de las instalaciones en un primer nivel invirtiendo para ello una cantidad de tiempo mínima. Se trata de un tipo de operación imprecisa, pero al mismo tiempo eficiente, ya que en ellas se detecta la gran mayoría de problemas, que aunque algunos de ellos requieran realizar otras comprobaciones más extensas es una forma de que se identifique su urgencia. Pueden ser realizadas con la máquina en marcha si se toman rigurosamente todas las medidas de seguridad, aunque la mayoría solamente pueden ser realizadas con la máquina parada.

Limpiezas técnicas: Son aquellas tareas de primer nivel que tienen como fin evitar posibles defectos de funcionamiento debido a partículas principalmente, además de mantener un clima de orden en el centro de trabajo. Estas tareas deben realizarse con la máquina parada tomando todas las medidas de seguridad para evitar su puesta en marcha no controlada.

Engrases y lubricación: Son tareas imprescindibles en máquinas y automatismos donde existe partes mecánicas móviles de desgaste. Pueden ser realizadas por personal poco especializado, aunque al mismo tiempo son tareas metódicas que requieren alto rigor. Deben ser realizadas con la máquina parada.

Intervenciones: Como se puede bien intuir se interviene en la máquina para realizar una reparación, ajuste o bien implementar una modificación. Normalmente deben ser realizadas por personal especializado y requieren tiempos de actuación elevados. Por lo general son operaciones que deben evitarse en la medida de lo posible.

Ensayos y verificaciones: Medición de magnitudes físicas, figuras de mérito, o parámetros de calidad. Son realizadas por personal especializado han de realizarse con un alto rigor. Requieren un seguimiento para monitorizar la evolución de las mismas. Pueden ser realizadas con la máquina parada o en funcionamiento, según la necesidad. Requieren una inversión de tiempo moderado en comparación con la el tiempo empleado en una intervención.

Ajustes: Consiste en pequeños ajustes mecánicos o instrumentales que son necesarios para que una máquina funcione correctamente cumpliendo las especificaciones de calidad establecidas. Requieren una inversión de tiempo del mismo orden de magnitud en promedio que los ensayos y verificaciones.

1.4.2 ESTRATEGIAS UTILIZADAS

Las estrategias de mantenimiento a emplear estarán basadas en las operaciones descritas anteriormente y de forma generalizada son las siguientes:

Mantenimiento preventivo

Son operaciones realizadas en las instalaciones que tienen como propósito revisar su estado y buen funcionamiento, identificando posibles anomalías para su corrección en el mismo momento, si se trata de pequeñas intervenciones, o programar su posterior reparación si se trata de operaciones cuyo tiempo requerido suponga una desviación importante respecto el tiempo que está previsto destinar a esa máquina en ese momento.

Generalmente la idea es evitar un mal mayor si se detecta a tiempo el problema, así como evitar un paro de máquina intempestivo.

Para planificar el mantenimiento basado en esta estrategia se definen unas operaciones de revisión a realizar las cuales se definen según los siguientes criterios:

- Operaciones recomendadas por los fabricantes de los equipos.
- Operaciones basadas en la propia experiencia del mantenedor, que a su vez tiene en cuenta la experiencia del cliente en su centro de trabajo
- Operaciones establecidas en instrucciones técnicas, directivas europeas, normas europeas y normas españolas de entidades reconocidas, si estas son aprobadas por disposiciones con fuerza de ley con rango estatal o inferior. En este caso son operaciones a realizar de forma obligatoria con el objetivo de preservar la seguridad y siempre tienen un carácter de mínimos. Es lo que se denomina como mantenimiento normativo.

A cada operación se le asigna una frecuencia y tiempo previsto para realizar el trabajo.

Mantenimiento predictivo

Es una estrategia que deriva del mantenimiento preventivo. Consiste en definir operaciones de mantenimiento asignando frecuencias y tiempos como en el caso del mantenimiento preventivo. La diferencia está en que las operaciones están basadas mayoritariamente en ensayos y verificaciones.

Es requerido una gestión del histórico de resultados, así como el análisis de los mismos y en consecuencia un seguimiento más personalizado. Para poder realizar estas operaciones suele ser necesario el uso de instrumentos de medida dedicados, cuyo precio suele ser elevado. Además se necesita un alto nivel de cualificación. En algunos casos es necesario recurrir a métodos estadísticos para estimar probabilidades de falla o bien para realizar predicciones de la necesidad de reposición de recambios.

El objetivo de esta estrategia es planificar un mantenimiento correctivo de importancia, para evitar que se produzca un mal mayor. Suele ser empleado en aquellas máquinas donde, de producirse una avería puede desencadenar un siniestro, un accidente grave o bien requerir una reparación que económicamente sea insostenible, bien por el alto coste de la misma o bien por el coste/oportunidad de tener la planta parada.

Mantenimiento correctivo programado

Se trata de una estrategia de mantenimiento basada en intervenciones, las cuales se programan previamente y de las que se estima su tiempo. Esto facilita que sea integrada en el plan de producción semanal, aunque debido a los elevados tiempos que en muchos casos son necesarios invertir no es tarea fácil evitar, aunque pueda ser mínima, una interferencia con la producción. Dicho esto se puede afirmar que no es una estrategia generalmente deseada, pero en muchas ocasiones es necesaria.

Cabe diferenciar las intervenciones programadas que forman parte del mantenimiento preventivo de las intervenciones programadas que forman parte del mantenimiento correctivo. En ambos casos el tiempo necesario para realizar el trabajo puede ser similar, incluso podría ser mayor el empleado en el mantenimiento preventivo. La diferencia está que cuando dicha intervención pueda ser programada e incluida en el plan anual de mantenimiento preventivo, se considera que forma parte del mismo. Sin embargo, si a consecuencia de una inspección visual o de un mantenimiento predictivo o preventivo se detecta una anomalía que requiere programar una intervención entonces ha de ser considerado como mantenimiento correctivo programado.

La planificación del mantenimiento correctivo siempre se suele realizar a corto plazo, mayoritariamente por la necesidad que tiene realizar la intervención.

Mantenimiento basado en la oportunidad

En el caso de tener pendiente de ejecución intervenciones no prioritarias o no críticas es habitual emplear la oportunidad como mejor forma de programar la intervención. Es decir aprovechar un paro de producción imprevisto e inevitable como oportunidad para intervenir. Esta forma de proceder no siempre es posible. Depende del sistema productivo de la planta. Concretamente en lo que respecta a la planta de voluminosos es una posibilidad a tener en consideración.

Mantenimiento conductivo

Engloba tareas de verificación de parámetros, magnitudes físicas, inspecciones visuales con la máquina en funcionamiento y pequeñas operaciones de explotación de la planta. Ejemplo verificar la presión en una tubería, medir el ruido ambiental o medir el PH en una fuente ornamental.

Algunos aspectos clave pueden ser de ayuda para diferenciar el mantenimiento conductivo del predictivo en lo que respecta a ensayos y verificaciones:

Son operaciones realizadas generalmente por personal no especializado con una dificultad de primer nivel. De hecho cuando se trata de medir magnitudes físicas el operario anota la lectura sin que necesariamente tenga que comprender su significado o realizar un análisis.

Suelen ser tareas rutinarias que se repiten diaria o semanalmente y suelen requerir poco tiempo para realizarse. Generan mucha documentación registral pero no de análisis, a diferencia del mantenimiento predictivo que generalmente tiene asociado un informe a una operación realizada, la cual requiere alta dedicación en análisis y síntesis de resultados.

El histórico registral de las operaciones son analizadas pero no por el operario, sino por el responsable de mantenimiento o por su departamento de ingeniería, si existe.

Averías

No se trata de una estrategia de mantenimiento y como tal no forma parte del plan. Se trata de un fallo intempestivo en el funcionamiento de las instalaciones que no es deseado y que generalmente se ha de intervenir de forma prioritaria. Genera despilfarro, interfiere en la disponibilidad de máquina y aumenta los costes de producción.

Las operaciones de mantenimiento son siempre intervenciones y los tiempos necesarios para reestablecer el funcionamiento normal suelen tener un rango muy amplio. Desde pocos minutos hasta varios días.

Se ha de considerar que aun disponiendo de un plan de mantenimiento que se cumple rigurosamente no es posible eliminar completamente la avería, aunque la probabilidad de falla puede llegar a ser muy reducida, incluso el tiempo medio entre fallos puede ser de años, según el tipo de máquina y planta industrial.

2 ESTUDIO PREVIO

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y JORNADAS DE TRABAJO

Como se comentó en el capítulo anterior la planta de voluminosos consta de una única línea productiva que trabaja en modo continuo, aunque no las 24 horas del día. Generalmente su horario de funcionamiento pleno suele abarcar dos turnos de trabajo de martes a domingo y el turno de tarde los lunes. El turno de mañana de los lunes se suele emplear para realizar tareas de mantenimiento y limpieza técnica. El turno de noche de lunes a domingo se destina a realizar limpieza técnica. En este turno actualmente no se realizan tareas de mantenimiento.

Las instalaciones están automatizadas y es posible supervisar el funcionamiento mediante un scada ubicado en una sala técnica. El proceso consta de las fases siguientes:

- **Carga de material en línea:** Se realiza por medio de un tractor de movimiento de tierras. Remueve el material y lo carga en una cinta de alimentación a un triturador.
- **Triturado de material:** El material cargado por el tractor se desplaza por una cinta hasta alcanzar el triturador. El material es triturado y cribado. Los fragmentos que no superan la primera criba continúan triturándose hasta alcanzar la granulometría deseada.
- **Primera fase de separación de metales férricos:** Los fragmentos de metal férreo se desvían a un contenedor especial

- **Segunda fase de separación férrica:** Existe una segunda separación compuesta por un segundo separador de metales y un tambor magnético que retiene los fragmentos de pequeño tamaño que no han sido desviados por el separador.
- **Separación de metales no férricos:** Los metales como el aluminio y otros no férricos son desviados a otro contenedor.
- **Cribado:** El producto se criba y se selecciona según dos granulometrías; 0-10mm y 10-20mm. Los fragmentos mayores son rechazados como producto terminado y se desvían a otro contenedor
- **Almacenaje:** El producto triturado y cribado se almacena en silos
- **Descarga y envío al destino:** la salida de material se realiza mediante transporte por carretera. El producto almacenado en los silos se descarga en camiones para ser transportado hacia el destino. La carga se pesa en la báscula ubicada en el control de accesos.

Todo el proceso suele ser supervisado por un operador mediante el scada, quien a su vez también se encarga de realizar la carga de camiones, ya que es la única tarea que se realiza de forma manual.

Mientras la planta está en funcionamiento se crea una atmósfera con alta concentración de polvo de madera y otros productos de carpintería. Ante un entorno de este tipo caben las siguientes observaciones:

- Debido a que el polvo de madera es inflamable, la zona cubierta de la planta está catalogada como ATEX. La maquinaria dispone de marcado CE EX según la directiva 94/9/CE.
- La maquinaria está expuesta a acumulaciones de polvo. Se trata de un entorno de trabajo en el que la limpieza técnica es necesaria.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

En este apartado se realiza una descripción de las instalaciones más importantes que componen la planta de voluminosos.

3.2.1. TRITURADOR

Se encarga de triturar la madera con formas y tamaños no conocidos con la finalidad de obtener un producto triturado con una granulometría determinada. Se compone de las siguientes partes:

Sistema de alimentación: Es una cinta compuesta por placas metálicas articuladas por bisagras apoyada sobre unos rodillos inferiores y guiada por unos rodillos laterales, con el fin de mantenerla centrada.

Su constitución le permite soportar grandes densidades de carga y resistir esfuerzos de cizallamiento debido a la irregularidad en el volumen y peso específico del material.

Se desplaza arrastrando el material hacia el cuerpo del triturador. El movimiento del motor se realiza por medio de un variador de frecuencia por el cual es posible ajustar la velocidad de transporte.



Figura 3.2.1.1. Imágenes del sistema de alimentación del triturador.

Cuerpo triturador: Es el núcleo de la máquina. Se trata de un eje rotor impulsado por un motor eléctrico de inducción de 400kW que lo hace girar a velocidad constante. El eje tiene acoplado unas bielas con unos martillos, los cuales se encargan junto unas cuchillas de triturar el material. El peso del conjunto es de aproximadamente de 20.500 kg. Es por tanto un proceso de impacto por el cual se necesita invertir mucha energía y con un gran momento de inercia. Aspecto a tener en cuenta en los arranques y paros del mismo.

En régimen permanente necesita unos 680A para poder triturar. Durante el arranque y debido a que dispone de un variador de frecuencia su consumo puede llegar a superar los 2700A. Con estos valores de intensidad se concluye la importancia que tiene el mantenimiento preventivo del cuadro eléctrico.



Figura 3.2.1.2. Imágenes del rotor triturador.

Cuerpo oscilante: Tiene la función de permitir el acceso al rotor cuando la máquina está parada. Para ello dispone de dos cilindros hidráulicos que hace posible que bascule. Además en la parte superior dispone de unos rodillos dentados que, junto la cinta empujan y comprimen el material para ser triturado del tal forma que impiden que el material retroceda en sentido contrario. Tiene un peso de 18.500 kg, lo cual proporciona robustez al conjunto máquina durante el proceso.



Figura 3.2.1.3. Imágenes de los rodillos superiores dentados (izquierda) y del cuerpo oscilante en posición de trabajo (derecha)

Una vez el material está triturado cae por gravedad hacia una criba que impide que los fragmentos de gran tamaño pasen hasta que sean completamente triturados.

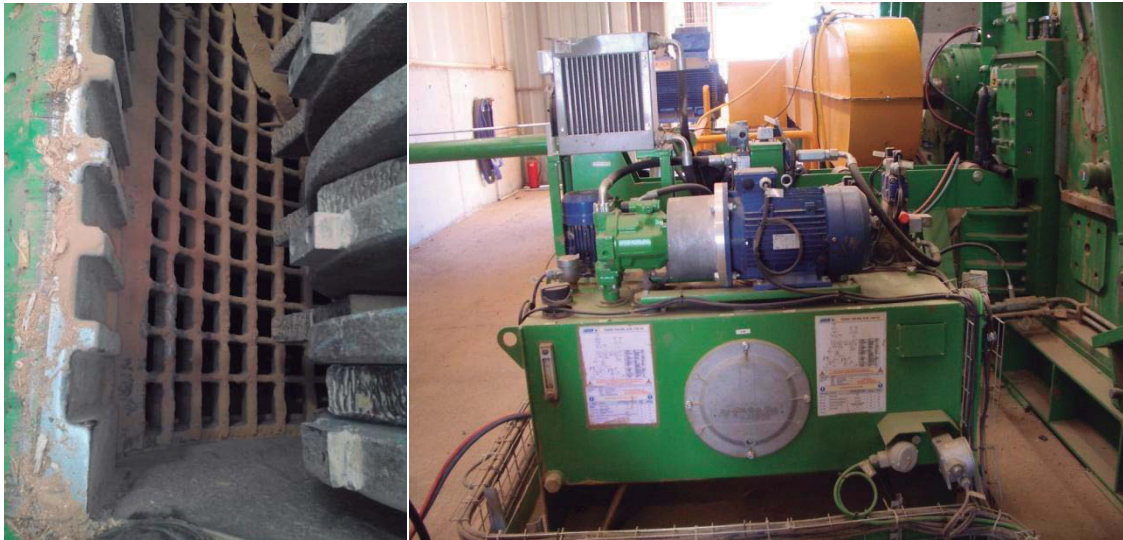
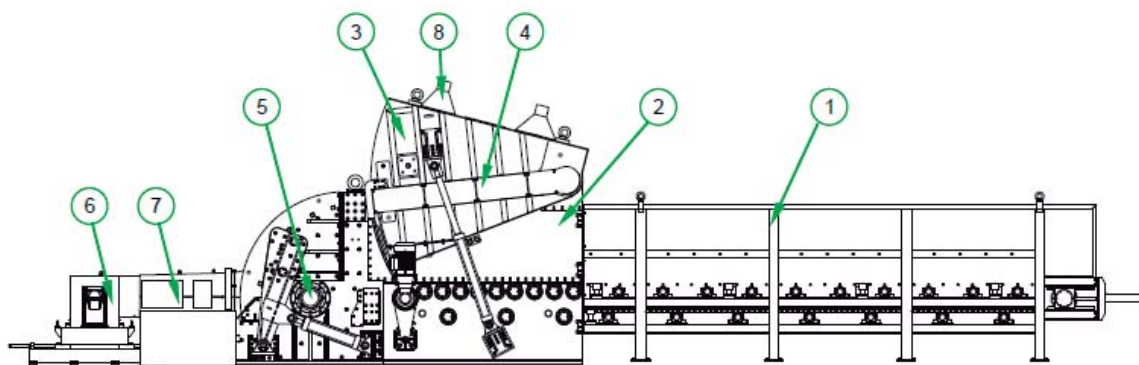


Figura 3.2.1.4. Izquierda. Imagen de la criba ubicada en la parte inferior del rotor triturador. Derecha. Central oleo hidráulica.

Central oleo hidráulica: Se trata de una central estándar que proporciona presión de aceite para levantar el cuerpo oscilante.

El polvo que se genera en el proceso de triturado es aspirado y conducido a un filtro que veremos en apartados posteriores.



1	Sistema de alimentación	5	Rotor
2	Cuerpo de la máquina TIGER	6	Motorización rotor
3	Cuerpo oscilante	7	Centralita oleodinámica
4	Rodillos dentados	8	Aspiración

Figura 3.2.1.5. Sinóptico de la máquina completa con la identificación de los elementos más relevantes.

Tolva de salida: El material triturado pasa por la criba hacia una tolva que carga el material un tornillo de trasiego.

3.2.2. TORNILLO DE SALIDA DEL TRITURADOR

El material triturado cae por gravedad atravesando la criba, y mediante una tolva es recogido por dos tornillos de Arquímedes, los cuales trabajan de forma simultánea. El material es arrastrado hacia una cinta transportadora (cinta 1)

La presencia de ambos tornillos es fundamental para mantener un aporte constante y uniforme de material hacia la cinta transportadora.



Figura 3.2.2.1. Imagen del tornillo de salida de material triturado. Se observa los motores que mueven los dos tornillos de Arquímedes.

3.2.3. DETECTOR DE CHISPAS

Debido a la presencia de metales entre los escombros de madera, existe el riesgo de producirse chispas debido al golpeo de los martillos en el proceso de trituración. Si se producen chispas hay un alto riesgo de producirse un incendio. Para evitar este problema existe un sistema óptico de detección de chispas y extinción mediante la inyección de CO₂. El mantenimiento de de estos equipos está sujeto a los dispuesto las tablas I y II del apéndice 2 del Real Decreto 1942/1993 por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios. En estas tablas se especifica las operaciones de mantenimiento que como mínimo es obligatorio realizar mayoritariamente por una empresa homologa por el RASIC (Registre d'Agents de la Seguretat Industrial de Catalunya)

El mantenimiento de estos equipos se entiende han de estar vinculados al resto del mantenimiento normativo que SEMESA está obligado a realzar en sus instalaciones de protección contra incendios en las dos plantas, envases y voluminosos. Desde esta perspectiva no se incluyen estas instalaciones en el plan de mantenimiento de las instalaciones de producción objeto de este trabajo.

3.2.4. CINTAS DE BANDA

El material triturado se desplaza por tres cintas de banda de caucho (Cinta 1, 2, y 3) con un reparto uniforme de material. El transporte se realiza hacia una criba que selecciona el material en dos granulometrías.

Las tres cintas son del mismo fabricante y modelo similar. Las diferencias entre ellas son la longitud e inclinación.

El sistema mecánico es sencillo. Cada cinta dispone de un tambor motriz accionado por un motor de inducción. El tambor motriz hace girar la cinta y mantiene la estabilidad gracias a un tambor de reenvío situado en el extremo opuesto de la cinta y a un conjunto de rodillo donde se apoya la misma. Para mantener la tensión óptima de la cinta existen dos tornillos tensores, uno cada lado del tambor de reenvío. Ajustando ambos tornillos la cinta se mantiene centrada y con la tensión necesaria para transportar el material.

El tambor motriz de la cinta 2 es magnético con el fin de separar pequeños fragmentos de metal que puedan ser arrastrados por la cinta. Estos pequeños fragmentos son separados hacia un contenedor por medio de un rascador.

Para evitar que el polvo de madera se quede en suspensión en el aire las cintas están cerradas por la parte superior y disponen de un sistema de aspiración que conduce el polvo hacia unos filtros. Para evitar que el producto caiga por los lados de la cinta existen unos faldones laterales.

Durante el transporte de material se reparte de forma más uniforme gracias a unos rascadores que se encuentran en la vecindad del tambor de reenvío.

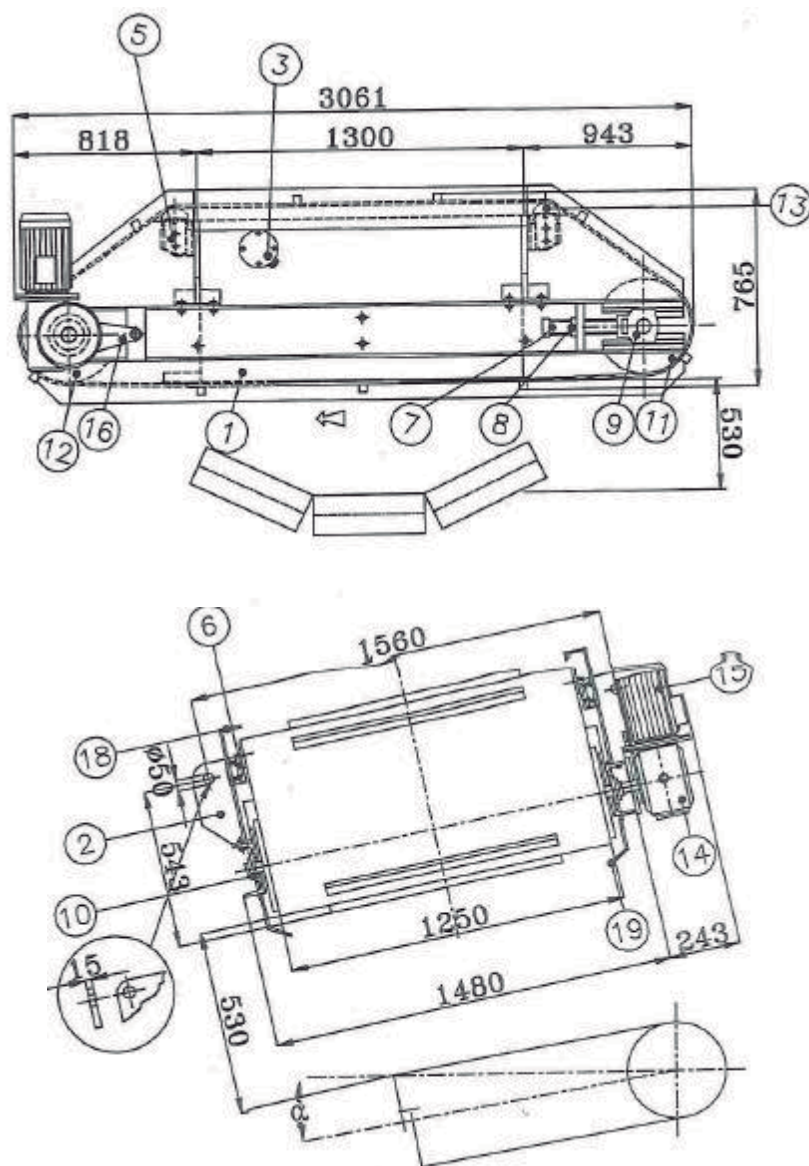


Figura 3.2.4.1. Imagen de la cinta 1. Izquierda. Protección superior. Centro. Banda de caucho. Derecha. Rodillos inferiores de guía banda.

3.2.5. SEPARADORES FÉRRICOS

Como se comentó anteriormente normalmente junto el material triturado se encuentran fragmentos de metal que han de ser desviados. Para ello se dispone de dos separadores de material férreo. Cada separador dispone de un potente electroimán que produce un campo magnético que atrae los fragmentos metálicos. Para facilitar su evacuación el separador tiene una cinta que se mueve en sentido transversal al sentido de movimiento de producto.

El material férreo una vez atraído por el electroimán se desvía por la cinta transversal hasta que la influencia del campo magnético es mínima, momento en el cual caen por gravedad hacia un contenedor.



20	CONTROL DE ROTACION POR PROXIMIDAD (OPCIONAL)
19	DEFLECTOR INFERIOR
18	PROTECTOR DE CARTER
17	EXTRACTOR DE BANDA
16	BRAZO DE SUJECCION
15	MOTOR ELECTRICO
14	REDUCTOR
13	RODILLO PORTANTE SUPERIOR
12	RODILLO DE ARRASTRE
11	RODILLO LIBRE
10	SOPORTE RODAMIENTO FIJO
9	SOPORTE RODAMIENTO MOVIL
8	HUSILLO TENSOR
7	TENSOR DE BANDA
6	SOPORTE DEL RODILLO PORTANTE PARA AJUSTE VERTICAL
5	SOPORTE DEL RODILLO PORTANTE PARA AJUSTE HORIZONTAL
4	ESTRUCTURA
3	CAJA CONEXIONES
2	ANCLAJE PARA ELEVACION Y SUSTENTACION
1	CUERPO ELECTROMAGNETICO
POS.	DENOMINACION

Figura 3.2.5.1. Planos de la máquina donde se identifican las principales partes de la misma. El sistema de transporte es similar al sistema de las cintas de banda



Figura 3.2.5.2. Imagen del separador férreo 2 ubicado sobre la cinta de banda 2.

3.2.6. SEPARADOR DE INDUCCIÓN

Se trata de un separador para metales no férricos los cuales no son atraídos por un electroimán como ocurre en el separador férreo. El principio de funcionamiento es el siguiente.

Se hace girar un electroimán integrado en un rodillo a una cierta velocidad angular. Esto produce un campo magnético variable, puesto que al girar el rodillo, los polos magnéticos también giran. Debajo de este rodillo hay una cinta de banda de pvc que transporta el material a seleccionar. El sistema de tracción y centrado es similar al de las cintas de banda anteriormente explicadas o también al sistema de los separadores férricos. Cuando pasa un material no férreo se induce el campo magnético variable de la misma forma que ocurre con un motor eléctrico. Este fenómeno produce una corriente eléctrica alterna que circula alrededor del metal por su superficie. Es lo que denomina corrientes de Foucault. La corriente generada en los metales que pasan es proporcional a la velocidad angular del rodillo magnetizado. Esta misma corriente genera un campo magnético con sentido opuesto al campo del rodillo. En consecuencia se produce una fuerza magnética de repulsión que impulsa el material con menor masa, en este caso los metales que nos interesa separar.

Es importante tener un control de la velocidad del rodillo magnético, pues condiciona si el separador funcionará correctamente.



Figura 3.2.6.1. Izquierda. Cuadro eléctrico que controla el separador de inducción. Se observan las consolas de ambos variadores de frecuencia; uno controla la velocidad de la cinta y el otro controla a velocidad del tambor magnético. Derecha. Imagen completa de un lateral de la máquina.

3.2.7. CRIBA DE RODILLOS

Su misión es separa el material según dos granulometrías; una astilla fina de entre 10 y 20mm y otra astilla gruesa de 20mm a 50mm. Los restos con granulometría superior son separados para ser devueltos al triturador.

Consiste en dos grupos de rodillos los cuales tienen una separación calibrada que los que determina la granulometría.

El material cae por gravedad desde el separador de inducción hacia la criba por medio de una tolva. El material se desplaza desde un grupo de rodillos hacia el otro pasado por los dos procesos de cribado. El que no pasa por la criba es rechazado. De esta forma es posible seleccionar el material.



Figura 3.2.7.1. Izquierda. Vista de los dos grupos de rodillos. Derecha. Vista de la criba completa.

3.2.8. TRANSPORTADORES DE CADENA REDLER, VALVULAS DISTRIBUIDORAS Y VALVULAS DE GUILLOTINA

El producto cribado se transporta hacia los silos por medio de un transportador de cadena. Primero ascienden por un grupo de dos transportadores verticales, uno para la astilla fina y el otro para la astilla gruesa. Por medio de unas válvulas distribuidoras neumáticas ubicadas en la parte superior de los silos el material se distribuye hacia dos transportadores horizontales que se encargan de repartir el material entre los tres silos. Para realizar la descarga en los silos se controla por medio de unas válvulas neumáticas de guillotina. Cabe recordar que por diferencias en el volumen de producción, dos silos almacenan astilla gruesa y el silo restante almacena astilla fina.



Figura 3.2.8.1. Izquierda. Redler verticales. Centro. Tambor de reenvío del un redler vertical. Derecha. Vista interior de las palas de trasiego.

El grupo tractor ubicado en el final de la cadena de transporte hace girar una corona la cual empuja una cadena y las palas de trasiego, tal como se observa en la foto derecha. El material es transportado por volúmenes de la misma forma que lo hace un elevador de cangilones. Los transportadores verticales tienen la cadena de transporte en la parte central y se apoya sobre un regle calibrado. Los transportadores horizontales disponen de dos cadenas de arrastre laterales apoyadas también sobre dos regles calibrados.



Figura 3.2.8.2. Izquierda. Vista de los dos transportadores horizontales y de la descarga de material procedente de los redler verticales por medio de las válvulas distribuidoras. Derecha. Vista interior de un redler horizontal.

3.2.9. DESCARGA DE SILOS

El material se almacena en tres silos tal como se comentó anteriormente preparado ya para ser enviado hacia el destino. Para ello se descarga en camiones que se sitúan en la parte inferior. El operador se comunica por megafonía con el conductor del camión para darle instrucciones acerca de la forma de proceder durante la carga de producto en el mismo.

El operador acciona una manga de descarga articulada que tiene un desplazamiento en vertical. Para desplazarse utiliza un mecanismo similar al que utiliza un ascensor.

El operador ajusta entonces la altura de la manga a medida que inicia la descarga del silo correspondiente. El proceso de carga del camión tiene una duración comprendida de entre unos 20 a 50 minutos, depende de la capacidad de carga que tenga el camión.

A medida que el silo se descarga entra aire por la parte superior. El polvo que se genera en el interior de los silos se filtra por medio de un pequeño filtro de mangas ubicado en la superior del silo. Para forzar el aire y pasar por el filtro se dispone de un extractor. Por otro lado, mientras se carga el camión se genera mucho polvo que es conducido hacia otro filtro de mangas que se explicará en el apartado siguiente.



Figura 3.2.9.1. Izquierda. Vista de los tres silos. Derecha. Vista de un filtro con el extractor en la parte superior del mismo.



Figura 3.2.9.2. Vista de una manga de descarga

3.2.10. FILTROS DE MANGAS

Durante el proceso se genera mucho polvo en suspensión que ha de ser filtrado para evitar enviarlo a la atmósfera. Para ello se dispone de tres filtros de mangas ubicados en el exterior de la nave. El primer filtro se encarga de filtrar todas las aspiraciones realizadas en el mismo proceso, directamente del triturador y cintas transportadoras. El segundo filtro se encarga de eliminar el polvo suspendido en el interior de la nave. El tercer filtro se encarga de filtrar el polvo que se desprende durante la descarga de los silos.

Para poder filtrar el aire se dispone de una red de conductos que conducen el aire hasta el filtro. Cada filtro dispone de un ventilador centrífugo que se encarga de generar la suficiente depresión para que se pueda efectuar la aspiración. Finalmente el aire pasa a través de los filtros de mangas, quedando retenido el polvo. El aire que se expulsa al exterior sale limpio.

A medida que se retiene polvo el filtro se llena. Para controlar el nivel se descarga el material recuperado del filtrado en una cadena transportadora redler, la cual transporta el material hasta un tornillo de Arquímedes. El tornillo final de línea aporta un volumen constante de material recuperado hacia los redler verticales cerrando el ciclo de proceso.



Figura 3.2.10.1. Izquierda superior. Vista general de los filtros de mangas. Derecha superior. Imagen del ventilador centrífugo de aspiración. Abajo izquierda. Vista lateral de la estructura de un filtro de mangas. Abajo centro. Tolva de descarga de material recuperado hacia la cadena transportadora de retorno. Abajo derecha. Vista superior donde se aprecian las mangas de filtrado.

El filtrado se hace posible mediante unas mangas o cartuchos longitudinales que atraviesan la estructura desde la parte superior hacia la inferior. El polvo queda retenido en el exterior de la manga o cartucho mientras el aire circula por el interior desde la parte inferior donde entra hasta la parte superior. De forma temporizada se inyecta aire a presión durante un instante por el interior de la manga

y en sentido contrario a la aspiración. De esta forma se equilibran las presiones de aspiración y soplado y por tanto el polvo que queda adherido a la manga como consecuencia al vacío generado precipita al fondo lo que evita colmatación de material.

3.2.11. MONITORIZACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO

El proceso íntegro está controlado por un sistema de control distribuido basado en un PLC y supervisado por un Scada.

Desde la pantalla del operador es posible monitorizar el estado de las instalaciones y proceder a su puesta en marcha o paro. Desde el Scada se puede acceder a diferentes pantallas donde se visualiza una zona de la planta tal como se muestra a continuación;

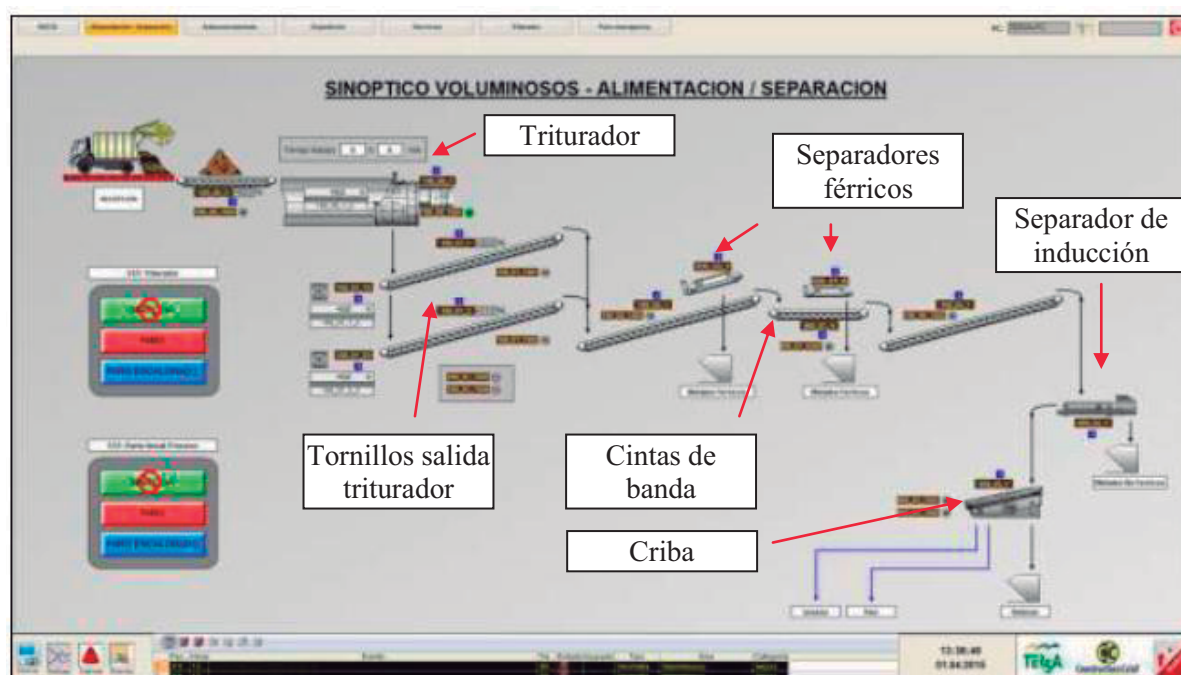


Figura 3.2.11.1. Sinópticos de proceso hasta el cribado en dos granulometrías

Es posible la puesta en marcha individual de las instalaciones por medio de pulsadores virtuales. También es posible monitorizar alarmas producidas por ejemplo al pulsar un paro de emergencia.

Este sistema tiene la ventaja que una sola persona puede controlar todo el proceso. Sin embargo si falla el PC que tiene implementado el Scada no será posible tener la planta en funcionamiento. Todas las ordenes ejecutadas desde el scada son enviadas al PLC central quien a su vez se comunica con dos estaciones remotas de entrada / salida y con los distintos variadores de frecuencia que controlan motores de cintas, etc.. La comunicación a alto nivel se realiza utilizando el estándar de comunicación Profibus con la capa física Ethernet. La comunicación a nivel de campo se realiza utilizando el estándar de comunicación Profibus-DP. Cada elemento terminal tiene asignado una dirección profibus, así como cada elemento que compone la red Ethernet tiene asociada una dirección IP.

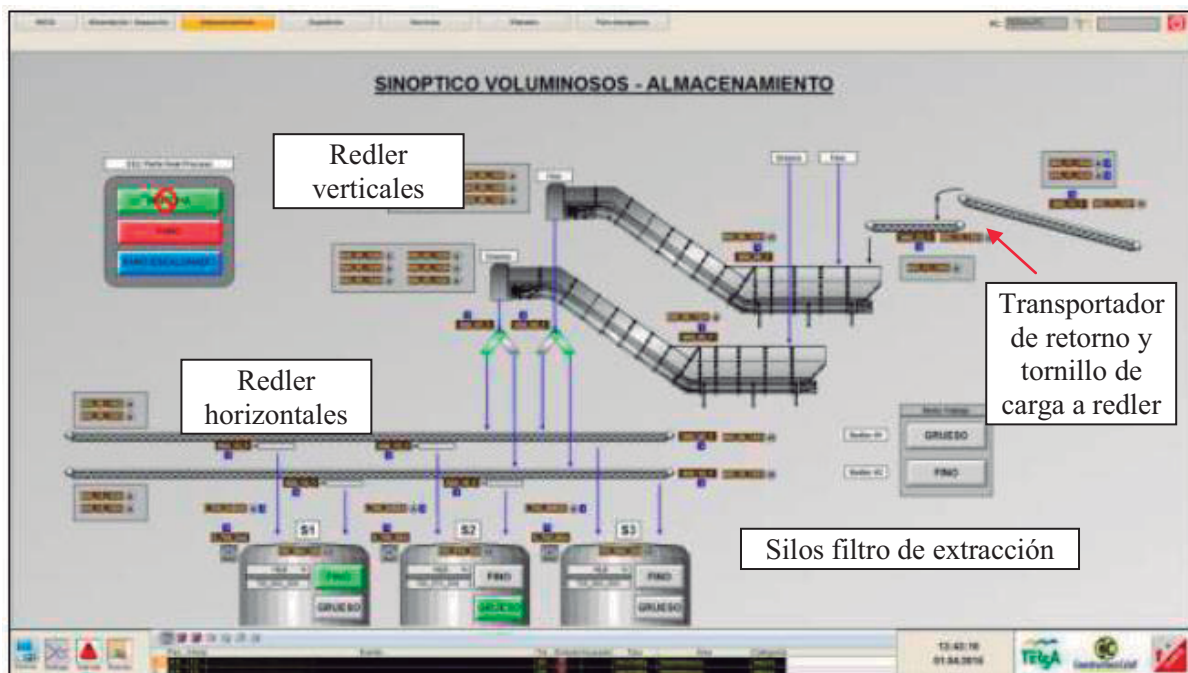


Figura 3.2.11.2. Sinópticos de proceso de carga hasta los silos.

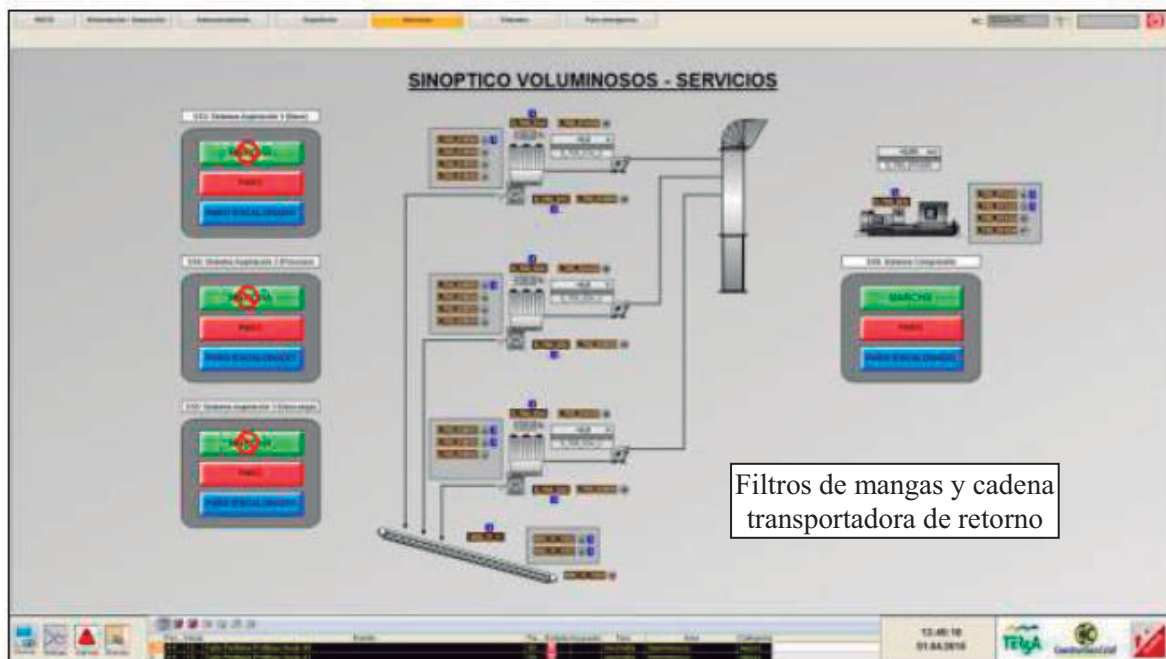


Figura 3.2.11.3. Sinópticos de proceso de aspiraciones por medio de los filtros de mangas.

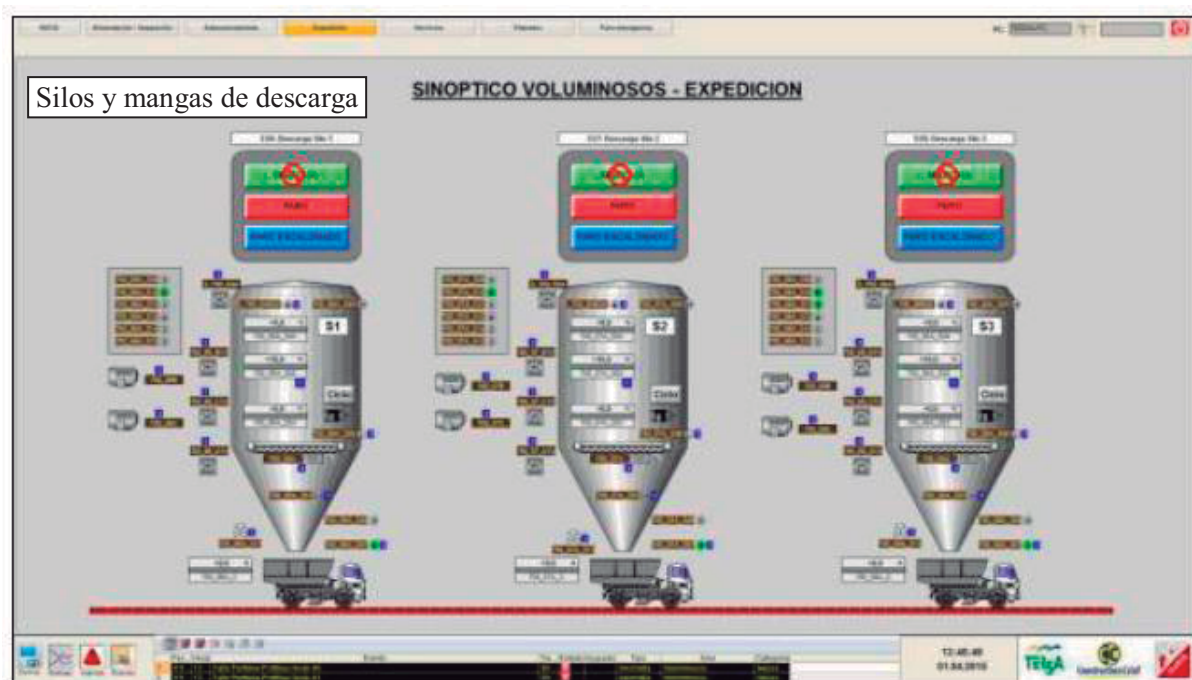


Figura 3.2.11.3. Sinópticos de proceso de de descarga de los silos.

2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

Cabe señalar las siguientes consideraciones:

La repercusión que puede tener una avería en la producción. Como se comentó anteriormente un paro de máquina detiene la línea entera de producción, debido a que no existe redundancia, salvo en la descarga de astilla 20-50mm.

Existe cierta flexibilidad en los flujos de producción. Por un lado los silos permiten una cierta continuidad en la carga de camiones, aunque la línea esté parada. Gracias a ellos es posible realizar la parada de mantenimiento que se realizan los lunes en el turno de mañana. En el peor de los casos sería posible recuperar producción durante el turno de noche. Ahora bien, se ha de considerar el impacto económico en un cambio organizativo en los turnos de trabajo del personal.

Las operaciones de primer nivel como puede ser las limpiezas técnicas han de tener una presencia destacada en el plan de mantenimiento, debido al entorno de trabajo

Existen algunas zonas o instalaciones que pueden considerarse críticas, bien por la interferencia con la producción o por la cantidad de tiempo necesario a invertir en una reparación.

- **Triturador:** Se trata de una máquina de gran inercia expuesta a grandes esfuerzos y desgaste. Una reparación en el cuerpo del triturador puede requerir varios turnos de trabajo a tiempo completo. La capacidad de carga de los silos, la carga media por camión y el tiempo medio entre cargas determinan el tiempo máximo que éste puede estar apartado sin que la producción se vea afectada.

- **Descargadores de silos:** Una avería en un descargador detiene por completo el proceso de carga de ese silo. Si se trata de astilla con granulometría entre 20 y 50 mm existe posibilidad de descargar de un segundo silo, pero si se trata de astilla de 0-20mm entonces el proceso se detiene por completo.
- **Cuadros eléctricos centralizados:** El funcionamiento de toda la planta depende del funcionamiento de la maniobra y potencia de los cuadros eléctricos. Se ha de prestar atención a la potencia, pues los consumos son muy elevados y se genera calor, lo cual incrementa la probabilidad de avería.

Ante las anteriores consideraciones se propone el desarrollo de un plan de mantenimiento revisable anualmente en tiempos, frecuencias y operaciones. Las estrategias de mantenimiento mayoritarias en las que se basa el plan de mantenimiento son las siguientes:

- Mantenimiento conductivo
- Mantenimiento preventivo basado en su mayor parte en inspecciones visuales y engrases.
- Mantenimiento preventivo basado en especificaciones descritas en los manuales de máquina.
- Mantenimiento basado en la oportunidad.

En relación a los cuadros eléctricos centralizados se estima necesario incluir el mantenimiento predictivo basado en la termografía.

En una próxima revisión del plan de mantenimiento y tras un análisis previo de histórico de averías se propone el estudio de viabilidad de un mantenimiento predictivo basado en el análisis de vibraciones en:

- Motor rotor del cuerpo triturador
- Motor y ventiladores de filtros de mangas

3 PLAN DE MANTENIMIENTO

La definición del plan de mantenimiento que se propone en la planta de voluminosos sigue las siguientes fases de desarrollo.

1. Establecer un criterio de codificación de los factores que intervienen en el plan, cuya estructura es la siguiente:

✓ Activos

- Equipos: Cada máquina y subsistema que forma parte de la planta
- Familias: Clase de máquina a la que pertenece un equipo
- Sub familia: Un subsistema de máquinas que forman un solo ente se puede clasificar en subfamilias de una clase en concreto cada una de ellas.

✓ Operaciones de mantenimiento

- Elemento: Forman parte de una máquina y pueden ser comunes entre distintas familias. Independientemente de eso requerirán las mismas operaciones de mantenimiento.
- Frecuencia de la operación de mantenimiento
- Tipo de operación de mantenimiento: Son las descritas en el apartado 1.4
- Especialidad: Define la especialidad del operario que tiene que ejecutar una operación de mantenimiento
- Estado máquina: Define en qué situación se debe encontrar la máquina para poder realizar la operación de mantenimiento

2. Definir el inventario de activos a los que va referido el plan de mantenimiento
3. Definir las operaciones de mantenimiento que serán de aplicación a dichos equipos, asignando frecuencia y tiempo a cada una de ellas.
4. Determinar la carga de trabajo total y carga semanal, acorde a las necesidades de producción.
5. Establecer un calendario de ejecución del plan. Se asigna una tolerancia en la fecha de ejecución de la operación de mantenimiento en relación a la fecha prevista.

3.1 ESTRUCTURA DE DATOS

Las operaciones de mantenimiento siguen un criterio estructurado de datos según el siguiente diagrama:

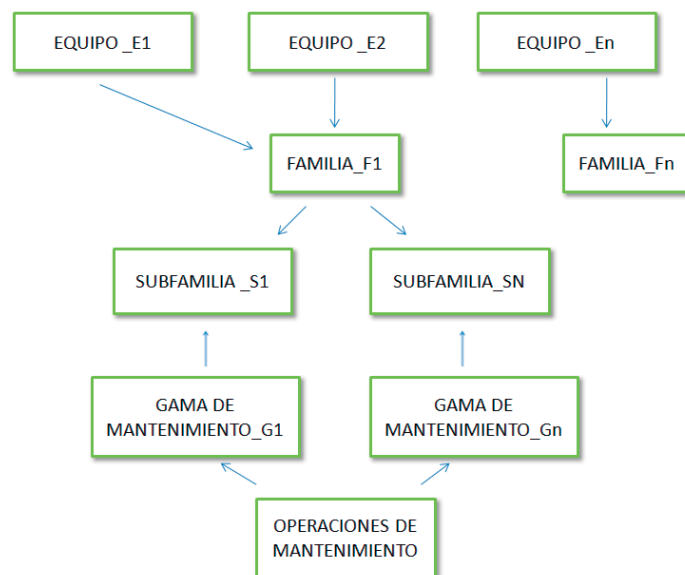


Figura 3.1.1. Diagrama esquemático sobre la estructura de datos.

Cada equipo / instalación identificada en la planta pertenece a una familia definida. Un ejemplo puede ser los dos separadores férricos que existen. Ambos pertenecen a la misma familia de instalaciones, son el mismo modelo y se diferencian solamente por el número de serie. En el ejemplo del separador férrico al ser una máquina que no está formada por equipos independientes no tiene subfamilia. Sin embargo en el caso del triturador es distinto, pues éste dispone de una hidráulica, la cual si puede considerarse una subfamilia dentro de una familia como puede ser un triturador.

A cada subfamilia o familia se le asignan unas gamas de mantenimiento. Se define gama de mantenimiento como el conjunto de todas las operaciones de mantenimiento que han de realizarse en un equipo / instalación. Debido a que un equipo pertenece a una familia, las gamas de mantenimiento han de estar referidas a la familia y no al equipo.

Como se ha comentado una gama de mantenimiento es un conjunto de operaciones de mantenimiento. Teniendo en cuenta que dos familias de equipos distintos pueden tener elementos en común como por ejemplo una bomba centrífuga o un rodamiento, entonces las operaciones de mantenimiento están referidas siempre al elemento y por tanto puede existir dos gamas de mantenimiento distintas, las cuales tienen en común una operación de mantenimiento.

Este criterio de estructura de datos permite por una parte estandarizar y al mismo tiempo aporta eficiencia en lo que respecta cantidad de información. Es un aspecto a tener en cuenta si el plan de mantenimiento está informatizado en bases de datos.

3.2 CRITERIO DE CODIFICACIÓN

En este apartado se define el criterio utilizado en la codificación de equipos, gamas de mantenimiento y operaciones de mantenimiento. Como regla general todos los códigos siguen el siguiente criterio:

Tienen un tamaño de 8 dígitos alfanuméricos.

- Cada código se divide en grupos de dígitos codificados, estableciéndose una estructura en árbol jerárquico.
- El dígito "0" es utilizado bien como raíz jerárquico de la estructura o bien como reserva si la necesidad de codificación abarca un tamos inferior a 8 dígitos.

3.2.12. CODIFICACIÓN DE EQUIPOS/INSTALACIONES

La codificación se realiza de la siguiente forma:

TR	A	100	00
FAMILIA	SUB FAMILIA	ZONA	NÚMERO DE EQUIPO

3.2.13. CODIFICACIÓN DE GAMAS

TR

FAMILIA

A

SUB FAMILIA

1M

FRECUENCIA GAMA

000

RESERVA

3.2.14. CODIFICACIÓN DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

E1

Elemento

1M

Frecuencia

I

Intervención

M

Especialidad

P

Estado máquina

1

Nº de OPM

El significado de cada código se detalla en el siguiente apartado.

3.2.15. LISTA DE CÓDIGOS

FAMILIAS Y SUBFAMILIA	
CODIGO	DESCRIPCION
TR0	Triturador: General
TRA	Cinta banda metálica
TRB	Tritutador: Cuerpo oscilante
TRC	Tritutador: Conjunto rotor y martillos
TRD	Triturador: Central hidráulica
SF0	Transportador de tornillo sin fin de recirculación de polvo filtración
SC0	Tornillo recogida material triturado
N20	Cintas de banda
SM0	Separador Férrico (Imán)
SI0	Separador de inducción (Foucault)
TK0	Redler de caden central (vertical y retorno)
CR0	Criba de rodillos
TC0	Redler de cadena lateral (horizontal)
FM0	Filtros de mangas: General
FMA	Filtros de mangas: Ventilador
FMB	Filtros de mangas: Válvula alveolar
EX0	Torreta de descarga
MG0	Mangas de descarga
CA0	Generacion de aire comprimido: General
CAA	Generacion de aire comprimido: Filtros Clearpoint
CAB	Generacion de aire comprimido: Separador de agua/aceite
CAC	Generacion de aire comprimido: Secador
CE0	Cuadros eléctricos centralizados
TV0	Instalaciones CCTV
Z20	Rodillos insonorizantes
Z30	Pulverizadores de agua
Z40	Paneles de venteo
Z10	Detección nivel silos
CB0	Bypass válvulas distribuidoras neumática
FD0	Filtro de descompresión
CE0	Cuadros eléctricos centralizados
SS0	Silo
CT0	Valvulas de guillotina

ZONA	
CODIGO	DESCRIPCION
100	ZONA DE TRITURADO
600	ZONA DE SELECCIÓN Y CRIBADO
700	ZONA DE ALMACENAMIENTO DESCARGA Y ASPIRACION

TIPO DE ELEMENTOS

CODIGO	DESCRIPCION
A1	Arrancador estático
A2	Contactador
A3	Cuadro eléctrico
A4	Detector
A5	Disyuntor
A6	Embarrado
A7	PLC
A8	Pusador/interruptor
A9	Sistema de seguridad eléctrico
AA	Variador de frecuencia
AB	Sistema de detección de movimiento
AC	Vacuometro electrónico
AD	Sensor de detector de partículas
AE	Central automática de engrase electrónica
AF	Canalizaciones eléctricas
B1	Bancada
B2	Bomba centrífuga
B3	Motor
B4	Moto-Tambor
B5	Reductor/es
B6	Ventilador centrífugo
B7	Motor triturador
C1	Cadena de transmisión
C2	Piñones de transmisión
C3	Corona dentada trasmisión
C4	Correa
C5	Ejes
C6	Husillo
C7	Rodamientos
C8	Rodillos
C9	Tambor de fibra
CA	Tambores
CB	Tambor Magnetico
CC	Tensores de transportador
CD	Poleas
CE	Tensor de cadena de transmisión
CF	Soporte rodamientos
CG	Grupo de trasmisión
CH	Rotor
CI	Cadena trasportadora
CJ	Corona dentada de la cadena trasportadora
CK	Palas de la cadena trasportadora
CL	Anillos contra el polvo
CM	Chavetas
CN	Ruedas de deslizamiento
CO	Casquillos
CP	Helice
CQ	Boca de aspiración
CR	Unión giratoria con bolas con dentado externo
CS	Disco de contracción
CT	Embrague
CU	Engranaje Helicoidal
CW	Torreta

TIPO DE ELEMENTOS

CODIGO DESCRIPCION

D1	Compresor de aire
D2	Secador de aire
D3	Separador de agua/aceite
E1	Banda de caucho
E2	Banda de pvc
E3	Banda metálica articulada
E4	Faldones de caucho
E5	Faldones de pvc
E6	Martillos
E7	Hélice de trasiego
E8	Rejilla de cribado
E9	Contra cuchilla
EA	Rascador
EB	Mangas filtrantes
EC	Rodete de válvula alveolar
ED	Manga de descarga
F1	Acumulador
F2	Conductos de aire
F3	Tuberías
F4	Válvulas de retención antiretorno
F5	Válvulas de mariposa
F6	Boquillas rociadoras con descarga direccional
F7	Fuelle
G1	Cilindros hidráulicos
G2	Cilindros neumáticos
G3	Central hidráulica
G4	Filtros
G5	Válvulas hidráulicas
G6	Válvulas neumáticas
G7	Tanque neumático
H1	Instalación general
H2	Defensas y protecciones
H3	Regles
H4	Registros de acceso o verificación
H5	Estructuras interiores
H6	Elementos de anclaje
H7	Guías de cadena transportadora
H8	Paneles de venteo
H9	Silenbloks
I1	Carteles y fichas técnicas
T1	Camara CCTV
T2	Switch
T3	Host
U1	Soportes equipos electrónicos

TIPOS DE INTERVENCION

CODIGO	DESCRIPCION
E	Engrase y reposiciones de aceite
I	Inspeccion visual
V	Ensayos y verificaciones
A	Ajustes
R	Intervenciones
L	Limpiezas

ESPECIALIDAD

CODIGO	DESCRIPCION
E	Electricidad
M	Mecánica
P	Primer nivel

ESTADO MAQUINA

CODIGO	DESCRIPCION
P	Paro
M	Marcha

FRECUENCIA

CODIGO	DESCRIPCION
1D	Diaria
1S	Semanal
2S	Quincenal
1M	Mensual
2M	Bimensual
3M	Trimestral
6M	Semestral
1A	Anual
2A	Bianual
3A	Triannual
4A	Cuatrienal
1Q	Quinquenal

Se definen tres especialidades; trabajos mecánicos, trabajos eléctricos y trabajos de primer nivel, la cual requiere una formación mínima del puesto de trabajo, pero no requiere formación de base y experiencia profesional.

Los tipos de operaciones de mantenimiento son los mismos descritos en el apartado 1.4.1

En la definición de estado de máquina se diferencia entre el funcionamiento sin carga o sin producto y el funcionamiento en producción a pleno rendimiento.

3.2.16. EQUIPOS / INSTALACIONES

Según el criterio de codificación adoptado se ha identificado las diferentes máquinas que componen la planta y que se muestra en el listado siguiente:

EQUIPOS / INSTALACIONES	
CODIGO	DESCRIPCION
TR010000	TRITURADORA GENERAL
TRA10000	CINTA BANDA METÁLICA
TRB10000	CUERPO OSCILANTE
TRC10000	TRITURADOR
TRD10000	CENTRAL HIDRÁULICA
SC010000	TORNILLOS DE SALIDA TRITURADOR
SCA10001	TORNILLO 1 SALIDA TRITURADOR
SCB10002	TORNILLO 2 SALIDA TRITURADOR
N2010003	CINTA 1 GENERAL
SM010004	SEPARADOR MAGNETICO 1 GENERAL
N2010005	CINTA 2 GENERAL
N2060000	CINTA 3 GENERAL
SM060001	SEPARADOR MAGNETICO 2 GENERAL
SI060002	SEPARADOR DE INDUCCIÓN GENERAL
CR060003	CRIBA DE RODILLOS GENERAL
TK060004	REDLER VERTICAL 1 TRASMEC GENERAL
TK060005	REDLER VERTICAL 2 TRASMEC GENERAL
CB060006	BYPASS 1 PN-700x780_6956 GENERAL
CB060007	BYPASS 2 PN-700x780_6957 GENERAL
TC060008	REDLER HORIZONTAL 1 SILO TC-82-53-2-I_6958 GENERAL
TC060009	REDLER HORIZONTAL 2 SILO TC-82-53-2-I_6961 GENERAL
TC060010	REDLER DESCARGA FILTROS TC-50-50-1-I_6954 GENERAL
CT060011	VALVULA DE TAJADERA NEUMÁTICA 1 CT-672x400_6959 GENERAL
CT060012	VALVULA DE TAJADERA NEUMÁTICA 2 CT-672x400_6962 GENERAL
CT060013	VALVULA DE TAJADERA NEUMÁTICA 3 CT-672x400_6960 GENERAL
CT060014	VALVULA DE TAJADERA NEUMÁTICA 4 CT-672x400_6963 GENERAL
FM070001	FILTRO DE PROCESO GENERAL
FMA70001	VENTILADOR FILTRO PROCESO SPM-800_6951
FMB70001	VALVULA ALVEOLAR FILTRO PROCESO VS-400-8-M_6965
SF070002	SINFIN DESCARGA FILTRO DE PROCESOS SF-35x62_6955 GENERAL

EQUIPOS / INSTALACIONES

CODIGO	DESCRIPCION
FM070003	FILTRO NAVE GENERAL
FMA70003	VENTILADOR FILTRO NAVE SPM-800_6951
FMB70003	VALVULA ALVEOLAR FILTRO NAVE VS-400-8-M_6965
SF070004	SINFIN DESCARGA FILTRO NAVE SF-35x62_6955 GENERAL
FM070005	FILTRO DESCARGA SILOS GENERAL
FMA70005	VENTILADOR FILTRO DESCARGA SILOS SPM-800_6951
FMB70005	VALVULA ALVEOLAR FILTRO DESCARGA SILOS VS-400-8-M_6965
FD070007	FILTRO SILO 1
FD070008	FILTRO SILO 2
FD070009	FILTRO SILO 3
SS070010	SILO 1
SS070011	SILO 2
SS070012	SILO 3
EX070013	EXTRACTOR SILO 1
Z1070014	NIVEL SILO 1
EX070015	EXTRACTOR SILO 2
Z1070016	NIVEL SILO 2
EX070017	EXTRACTOR SILO 3
Z1070018	NIVEL SILO 3
MG070019	DESCARGADOR SILO 1
MG070020	DESCARGADOR SILO 2
MG070021	DESCARGADOR SILO 3
CA070022	COMPRESOR DE AIRE (BELT4-37, DIRECT 16-22, VARIABLE 16-34)
CAA70022	FILTROS CLEARPOINT S040-M032
CAB70022	SEPARADOR-AGUA ACEITE OWAMAT12-16
CAC70022	SECADOR - DRYPOINT RA 20-960
Z4070023	PANELES DE VENTEO
Z2070024	RODILLOS INSONORIZANTES
Z3070025	PULVERIZADOR DE AGUA
TV070026	INSTALACIÓN CIRCUITO CERRADO DE TV
CE070027	CUADROS ELÉCTRICOS CENTRALIZADOS

En anexos se incluye una ficha por equipo/instalación donde se detalla datos de fabricante, se incluye fotografías y/o esquema sinóptico con el fin de poder facilitar su identificación dentro de la planta. Un ejemplo de ficha se muestra a continuación:

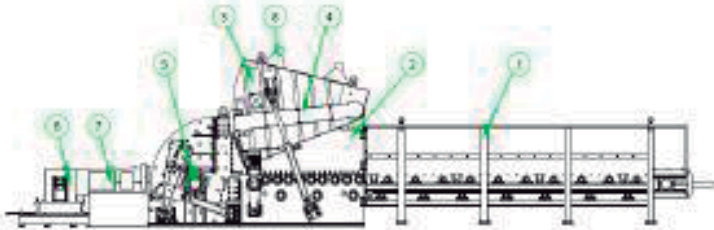
		FICHA DE MAQUINA			
MAQUINA: TRITURADOR		CÓDIGO: TRD.100.00		FAMILIA: TRITURADOR	
<div style="text-align: right;">Hoja 1/1</div>					
DATOS GENERALES					
FABRICANTE / DISTRIBUIDOR		PAL			
MODELO		TIGER- 180-90L+CHAIN FEEDER			
Nº DE SERIE		110.14			
AÑO DE FABRICACIÓN		2014			
					
					
1 Sistema de alimentación		5 Rotor			
2 Cuerpo de la máquina TIGER		6 Motorización rotor			
3 Cuerpo oscilante		7 Centralita oleodinámica			
4 Rodillos dentados		8 Aspiración			
FECHA CREACIÓN: AGOSTO 2016			ULTIMA REVISIÓN:		

Figura 3.2.5. Ejemplo de ficha de instalación correspondiente al triturador

3.2.17. GAMAS Y OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

En anexos se incluye una ficha por cada gama donde se incluyen todas las operaciones de revisión que la forman. También se incluye una ficha de engrase por equipo con el fin de evitar confusiones.

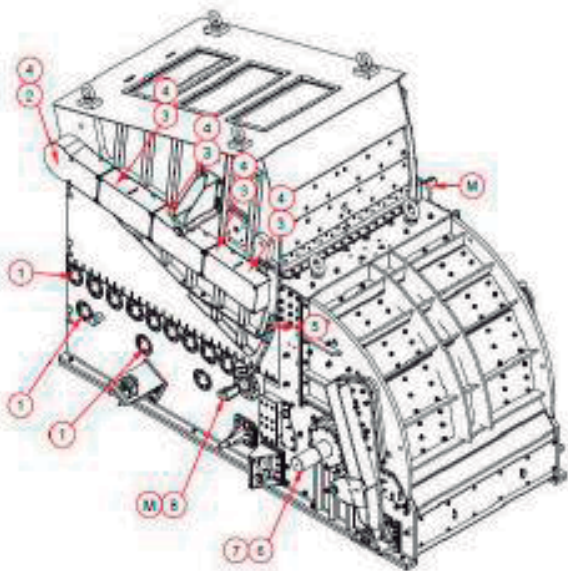
SEMESA		FICHA DE LUBRICACIÓN		INGEWATT	
MAQUINA: TRITURADOR GENERAL		CÓDIGO: TRD.00.000		FAMILIA: TRITURADOR	
				Hoja 1/6	
CONJUNTO TRITURADOR					
					
PUNTO DE LUBRICACIÓN		TIPO	CANTIDAD (gr)		
1	Rodillo de sostén de la catenaria	MOBIL, Mobilux EP2	35		
2	Articulación del cuerpo oscilante		30		
3	Sistema de lubricación de la catenaria		30		
4	Rodillos dentados		70		
5	Guía del cuerpo oscilante		30		
6	Cojinete del rotor (lado motor)		127		
7	Cojinete del rotor (lado suelto)		127		
8	Rodillo de arrastre de la catenaria		56		
M	Motorreductor	MOBIL, Mobilgear 600XP 220	A nivel		
FECHA CREACIÓN: AGOSTO 2016		ÚLTIMA REVISIÓN:			

Figura 3.2.6. Ejemplo de ficha de lubricación. Solo se muestra como ejemplo la primera página.

SEMESA		GAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		INGEWATT
FAMILIA: CINTA DE BANDAS		CÓDIGO: N203M000	FRECUENCIA: TRIMENSUAL	Hoja 1/2
OPR	ELEMENTO	OPERACIONES A REALIZAR	ESTADO	PROCEDIMIENTO
B13MVMM1	Bancada	Verificar el correcto alineado.	Marcha	
B13MVMM2	Bancada	Comprobar anclajes.	Marcha	
EA3MIMP1	Rascador	Comprobar que la hoja del rascador no roce lateralmente contra los sectores y la distancia sea entre 0,5mm y 3 mm.	Paro	
B53MEMP1	Reductor/es	Comprobar el nivel de aceite y rellenar si es necesario. Ver ficha de lubricación	Paro	
C73MIMP1	Rodamientos	Comprobar el estado de las pistas, posible desgaste y correcta rodadura	Paro	

Figura 3.2.7. Ejemplo gama de mantenimiento.

SEMESA		GAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		INGEWATT
FAMILIA: CINTA DE BANDAS		CÓDIGO: N203M000	FRECUENCIA: TRIMENSUAL	Hoja 2/2
MEDIOS Y HERRAMIENTAS ESPECIALES <ul style="list-style-type: none"> Escalera de tijera. Elevador articulado o plataforma vertical 				
EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL <p>Como regla general se recomienda el uso de los siguientes equipos de protección individual:</p> <div>       </div> <div> USO OBLIGATORIO DE GUANTES DE SEGURIDAD USO OBLIGATORIO DE BOTAS DE SEGURIDAD USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN OCULAR USO OBLIGATORIO DE ARNES DE SEGURIDAD USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD USO OBLIGATORIO DE MASCARILLA </div>				
INSTRUCCIONES OPERATIVAS DE SEGURIDAD <ul style="list-style-type: none"> Señalizar zona de trabajo siguiendo las normas de seguridad del centro de trabajo. Conservar el lugar de trabajo en correcto estado de orden y limpieza. Utilizar las herramientas acorde al trabajo a realizar. Utilizar los EPI que sean requeridos por el centro de trabajo. Cumplir el Real Decreto 614/2001 Anexo II y III, aplicable a trabajos con tensión eléctrica. Para mantenimiento eléctrico: eliminar las fuentes de energía, comprobar ausencia de energía residual, enclavar para evitar puestas en marcha intempestivas y señalización de las zonas que estén en tensión. Colocar cartel informativo de personal trabajando en el cuadro eléctrico principal de la máquina y en los pupitres de control. 				

Figura 3.2.8. Ejemplo de la segunda página de una gama de mantenimiento. Se especifica los medios auxiliares que en algún momento pueden ser necesarios, así como los equipos de protección individual.

[illegible]

CODIGO	DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
FMA070003	FILTRO NAVE GENERAL	2	2	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	5	1	2	1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	3	1	1	2	1	3			
FMA70003	VENTILADOR FILTRO NAVE SPM-800_6951	4	3	2	2	3	2	2	4	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	6	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	4	2	2	2	3	2	3	2		
FMB70003	VALVULA ALVEOLAR FILTRO NAVE VS-400-S-M_6965	3	2	2	3	3	2	2	2	6	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	
SF070004	SINFIN DESCARGA FILTRO NAVE SF-35x62_6955 GENERAL	2	2	6	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	
FMA070005	FILTRO DESCARGA SILOS GENERAL	2	1	1	3	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	5	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	2	1	1	2	2	1	
FMA70005	VENTILADOR FILTRO DESCARGA SILOS SPM-800_6951	2	2	2	4	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	6	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	
FMB70005	VALVULA ALVEOLAR FILTRO DESCARGA SILOS VS-400-S-M_6965	2	2	3	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
FD070007	FILTRO SILO 1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
FD070008	FILTRO SILO 2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
FD070009	FILTRO SILO 3	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SS070010	SILO 1	1	1	2	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SS070011	SILO 2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SS070012	SILO 3	1	2	1	1	2	1	1	4	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
EX070013	EXTRACTOR SILO 1	2	3	2	2	3	2	2	2	5	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	
Z1070014	NIVEL SILO 1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	
EX070015	EXTRACTOR SILO 2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	5	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Z1070016	NIVEL SILO 2	3	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
EX070017	EXTRACTOR SILO 3	3	2	2	4	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Z1070018	NIVEL SILO 3	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
MG070019	DESCARGADOR SILO 1	3	2	3	2	2	3	2	2	4	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
MG070020	DESCARGADOR SILO 2	2	3	2	3	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
MG070021	DESCARGADOR SILO 3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
CA070022	COMPRESOR DE AIRE (BELTA-37, DIRECT 16-22, VARIABLE 16-34)	6	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
CAA70022	FILTROS CLEARPOINT S040-M032	1	4	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CAB70022	SEPARADOR-AGUA ACETEE OWAMAT12-16	1	1	4	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CAB70022	SEPARADOR - DRYPOINT RA 20-960	2	2	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Z4070023	PANELES DE VENTEO	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
Z2070024	RODILLOS INSONORIZANTES	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Z3070025	PULVERIZADOR DE AGUA	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
TV070026	INSTALACIÓN CIRCUITO CERRADO DE TV	3	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
CE070027	CUADROS ELÉCTRICOS CENTRALIZADOS	1	1	2	1	1	4	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Figura 3.2.7.1. Calendario semanal que muestra la cantidad de gamas de mantenimiento preventivo a realizar en 2017.

El detalle de las frecuencias a realizar y códigos de gama se pueden consultar en hoja de cálculo que se adjunta con la presente memoria del plan de mantenimiento. El número total de órdenes de mantenimiento preventivo planificados es 5.920 que suponen 7.940 horas

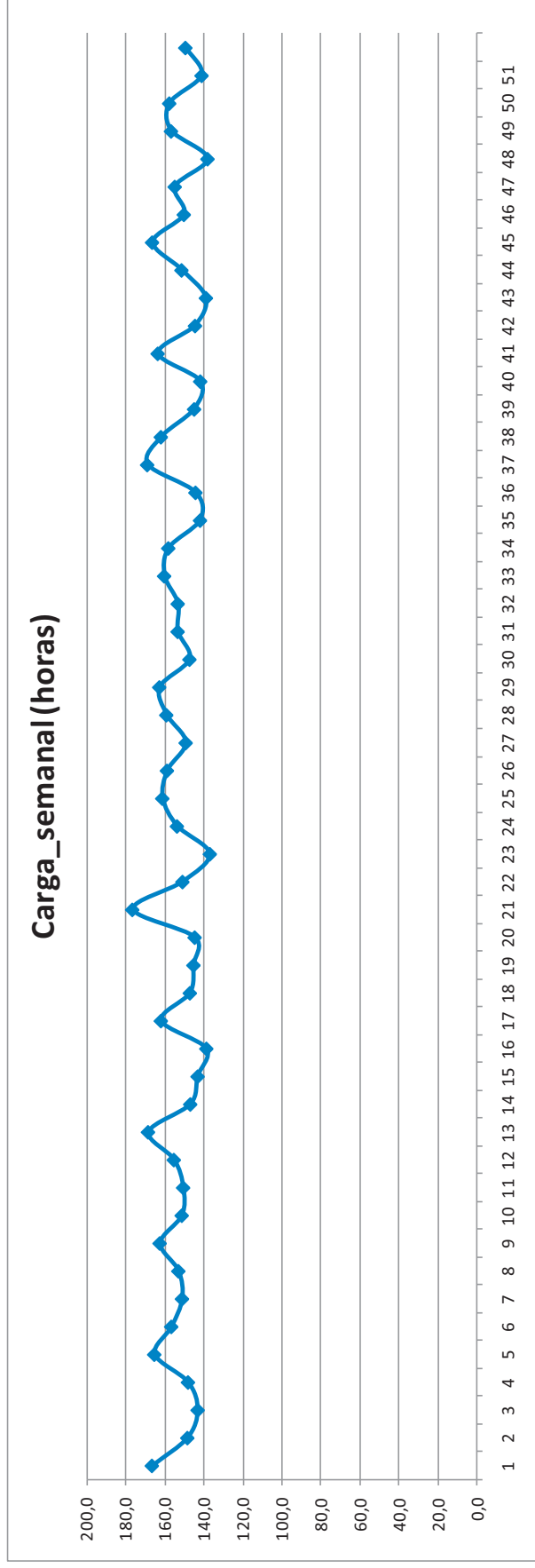


Figura 3.2.7.2. Carga de trabajo semanal a invertir en la ejecución de las gamas de mantenimiento preventivo programadas en 2017 .

INTERVALO DE FRECUENCIAS	+/- nº SEMANAS
$\leq 2M$	0
$2M < f \leq 4M$	1
$4M < f < 1A$	2
$> 1A$	4

Figura 3.2.7.2. Intervalo de tolerancias en el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo establecido.

En la ejecución del plan de mantenimiento preventivo es habitual que surjan imprevistos que impidan que se ejecute una gama de mantenimiento dentro de la semana prevista, especialmente si las tareas a ejecutar requieren invertir muchas horas. Por otro lado para equilibrar la carga de trabajo se suelen utilizar algoritmos automáticos que pueden tener en cuenta algunos criterios como son:

- Tiempo previsto
- Frecuencia
- Ubicación
- Familia

En este caso se ha tenido en cuenta el criterio de tiempo previsto, frecuencia y familia. No se ha considerado la ubicación puesto que la distancia máxima entre los dos puntos más alejados es inferior a 100m.

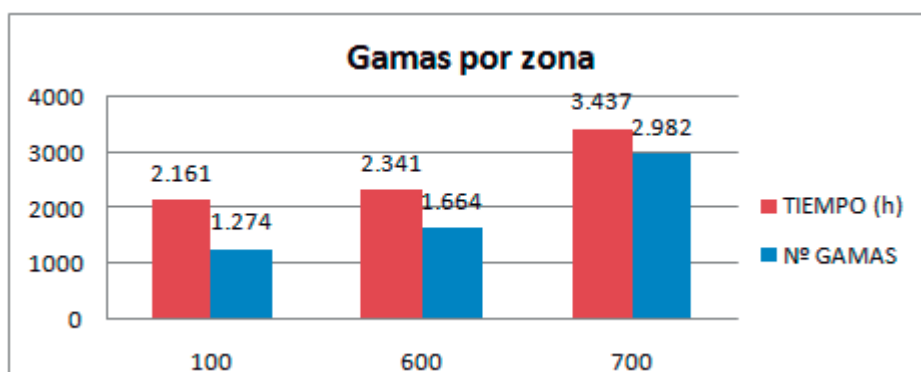
Para disponer de más flexibilidad y equilibrar mejor la carga de trabajo según la disponibilidad de personal se puede establecer unas tolerancias en el cumplimiento del plan de mantenimiento, especialmente en la gamas con frecuencia alta. Como se puede observar en la figura 3.2.7.2, las frecuencias mayores a dos meses tienen tolerancia. Por ejemplo una gama semestral puede realizarse dentro de las dos semanas anteriores o posteriores a la semana prevista.

Como norma general esta regla de tolerancia no es de aplicación en los engrases y lubricación. Solamente se puede aplicar si en horas de funcionamiento o frecuencia es inferior a la especificada en la por el fabricante.

4 ESTUDIO DE CARGAS DE TRABAJO

4.1 GAMAS POR ZONA

ZONA	Nº GAMAS	TIEMPO (h)
100	1.274	2.161
600	1.664	2.341
700	2.982	3.437
TOTAL	5.920	7.940



CODIGO	DESCRIPCION
100	ZONA DE TRITURADO
600	ZONA DE SELECCIÓN Y CRIBADO
700	ZONA DE ALMACENAMIENTO DESCARGA Y ASPIRACION

Figura. 4.1.1. Distribución por zona de gamas, en cantidad y carga de trabajo en horas, asociada a cada una.

4.2 GAMAS POR FRECUENCIA

CODIGO	DESCRIPCION	Nº GAMAS	TIEMPO (h)	% Nº GAMAS	% TIEMPO
1D	Diaria	1.768	2.081	30%	26%
1S	Semanal	2.756	3.978	47%	50%
2S	Quincenal	105	34	2%	0,4%
1M	Mensual	767	1.056	13%	13%
2M	Bimensual	226	156	4%	2%
3M	Trimestral	124	86	2%	1%
6M	Semestral	118	397	2%	5%
1A	Anual	56	153	1%	2%
TOTAL		5.920	7.940	100%	100%

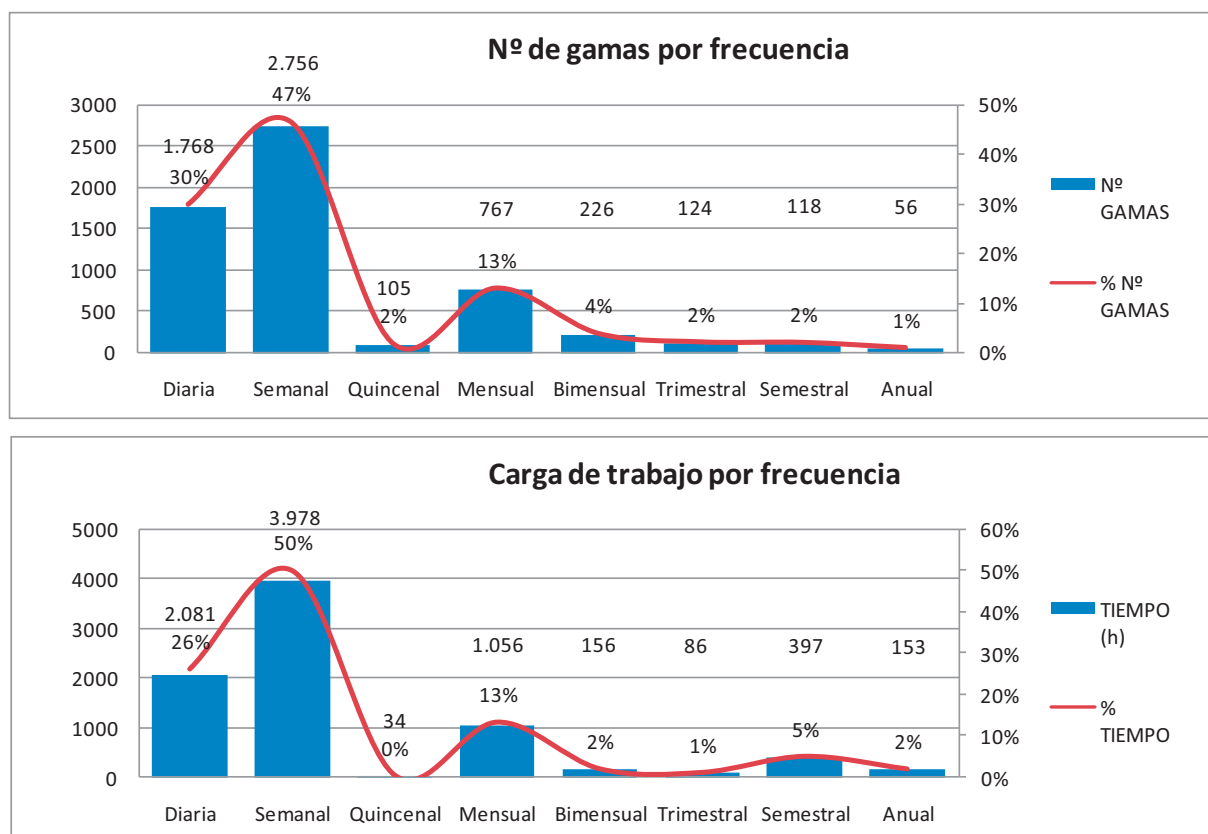


Figura. 4.2.1. Distribución por frecuencia de operación, en cantidad y carga de trabajo en horas, asociada a cada una.

El 90% de la carga de trabajo corresponde a operaciones de mantenimiento con frecuencia igual a inferior a un mes. Como es lógico las frecuencias de orden menor son las que mayor se repiten durante el ejercicio. Como veremos más adelante la presencia de frecuencias de orden menor se debe a la estrategia escogida, a cual se basa mayoritariamente en operaciones de primer nivel como son limpiezas e inspecciones visuales.

4.3 GAMAS POR ESPECIALIDAD

CODIGO	DESCRIPCION	TIEMPO (h)	% TIEMPO
E	Electricidad	1.717	22%
M	Mecánica	3.364	42%
P	Primer nivel	2.859	36%
TOTAL		7.940	100%

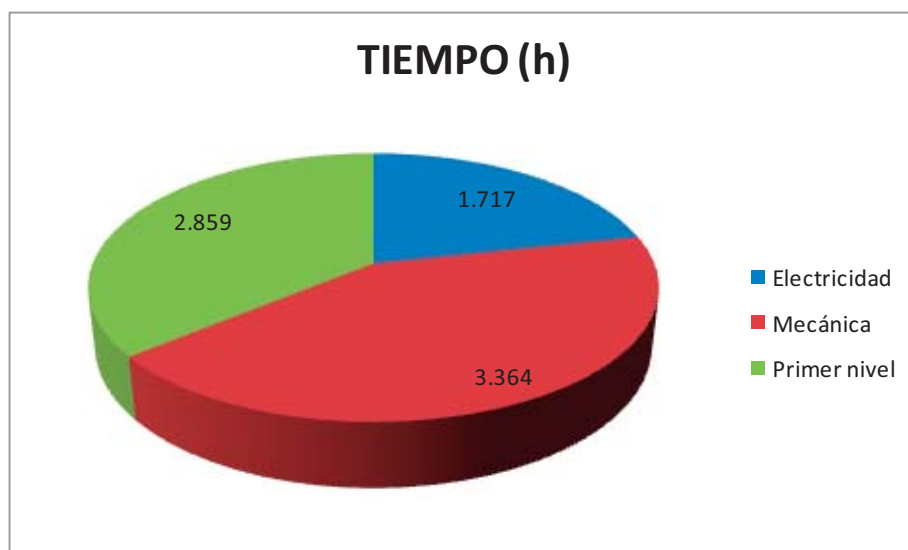


Figura. 4.3.1. Distribución de la carga de trabajo en horas por especialidad.

El 36% de las horas totales corresponden a tareas de primer nivel que no requieren formación de base, salvo la del propio puesto de trabajo. El resto de horas se polariza entre tareas mecánicas y eléctricas.

4.4 GAMAS POR ESTADO DE LA MÁQUINA

CODIGO	DESCRIPCION	TIEMPO (h)	% TIEMPO
P	Paro	5.901	74%
M	Marcha	2.039	26%
TOTAL		7.940	100%

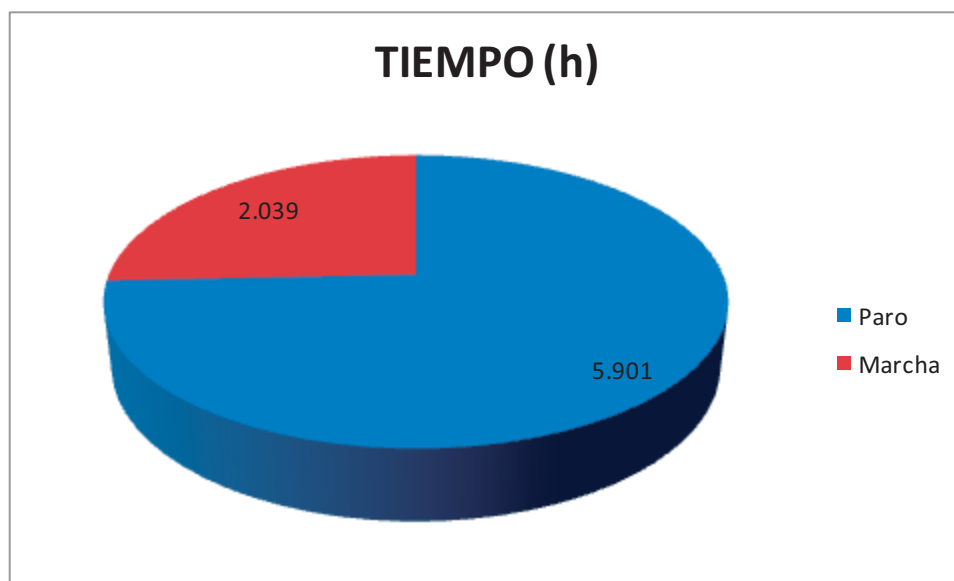


Figura. 4.4.1. Reparto de carga de trabajo según el estado de las instalaciones.

La operaciones que se realizan en marcha son inspecciones visuales, ensayos y verificaciones, aunque no todas la operaciones de estos dos tipos se realizan en marcha.

4.5 GAMAS POR TIPO DE OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO

CODIGO	DESCRIPCION	TIEMPO (h)	% TIEMPO
E	Lubricación	449	6%
I	Inspeccion visual	2.428	31%
V	Ensayos y verificaciones	916	12%
A	Ajustes	132	2%
R	Intervenciones	260	3%
L	Limpiezas	3.754	47%
TOTAL		7.940	100%

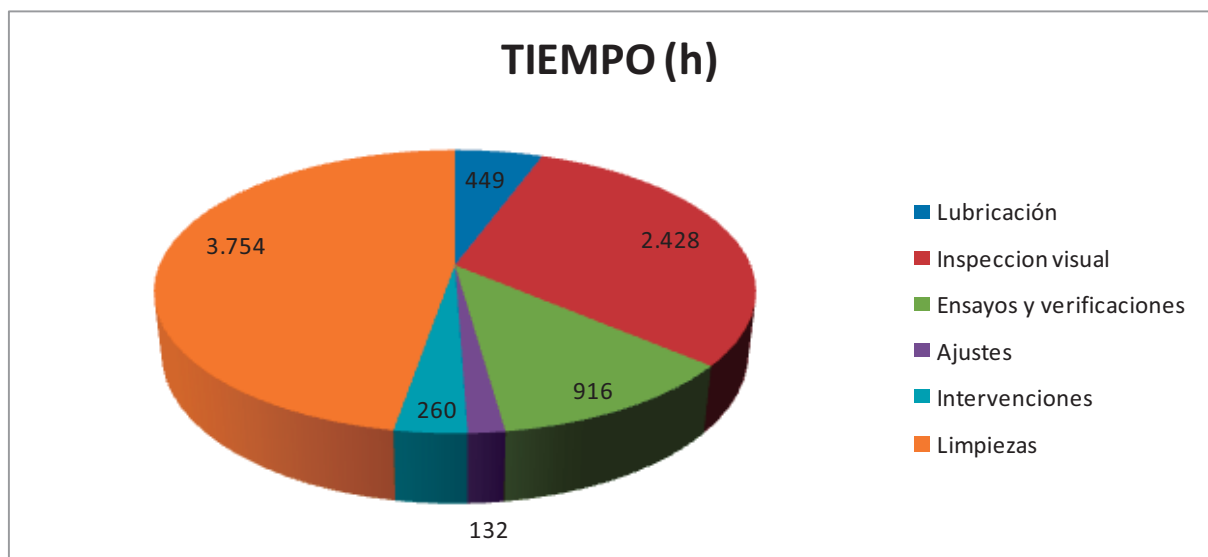


Figura. 4.5.1. Reparto de carga de trabajo según el tipo de operación de mantenimiento.

5 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

5.1 EQUIPO DE MANTENIMIENTO Y ORGANIZACIÓN DE TURNOS DE TRABAJO

En capítulos anteriores se ha definido la estrategia y plan de mantenimiento a ejecutar en la planta. Para poder llevar a cabo las tareas del plan de mantenimiento es necesario definir un equipo de trabajo que esté en línea con las conclusiones obtenidas anteriormente. En ese sentido es necesario resolver una discrepancia que pueda existir entre los tipos de operaciones de mantenimiento y especialidades. Del capítulo anterior se concluía:

- El 47% de las operaciones de mantenimiento corresponden a limpieza de maquinaria tanto básica como limpieza especializada.
- El 36% de las operaciones de mantenimiento corresponden a tareas de primer nivel.
- El 74% de las operaciones deben realizarse con las instalaciones paradas.

Se ha de comentar que las tareas de limpieza especializadas nos se consideran operaciones de primer nivel, pues requieren una formación de base mínima para poder realizarlas correctamente. No obstante esto no quiere decir sean tareas que no estén al alcance del personal no cualificado.

Se propone por tanto que una parte de las tareas de limpieza especializada pueda ser asumida por personal no cualificado de forma progresiva tras un periodo de adaptación y formación. Según el avance en la ejecución del plan de mantenimiento la discrepancia entre tareas de mantenimiento de primer nivel y tareas de limpieza debe tender a la convergencia.

Según lo comentado anterior se propone la siguiente organización del servicio:

Perfíl	Categoría	TURNOS / N° OPERARIOS TEÓRICOS									Teórico / Real
		Lunes - Viernes			Sábados			Domingos y Festivos			1750
		M	T	N	M	T	N	M	T	N	FTE
1											0,00
2											0,00
3	Jefe de equipo	1,00									1,13
4	Oficial 1ª electromecánico			1,00							1,13
5	Oficial 3ª electromecánico			1,00							1,13
6	Oficial 3ª electromecánico			1,00							1,13
7											0,00
8											0,00
9											0,00
10											0,00
11											0,00
12											0,00
	personal teórico	1	0	3	0	0	0	0	0	0	4,52
	personal real	1,13	0,00	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,52

Figura. 5.1.1. Definición de jornadas de trabajo

Se plantea un equipo de trabajo de 4 personas de presencia en planta, un jefe de equipo, quien se encargaría de resolver averías y organizar el mantenimiento, un electromecánico oficial de 1ª y dos oficiales de 3ª electromecánicos. Se propone realizar las operaciones de mantenimiento durante el turno de noche entre lunes y viernes. Los días en los que se realicen paros de producción programados se realizarían operaciones de mantenimiento basados en la oportunidad, los cuales serán de forma mayoritaria intervenciones.

Teórico / Real 1,13	2007										323		
1750	días de trabajo												
FTE	247	L-V	8	52 S			52	D y F 8		Total H. Normales	ADICIONALES		
	M	T	N	M	T	N	M	T	N		H. Extra 0,00%	H. ABS 2,00%	
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,13	1.976	0	0	0	0	0	0	0	0	1.976	0	40	
1,13	0	0	1.976	0	0	0	0	0	0	1.976	0	40	
1,13	0	0	1.976	0	0	0	0	0	0	1.976	0	40	
1,13	0	0	1.976	0	0	0	0	0	0	1.976	0	40	
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4,52	1.976	0	5.928	0	0	0	0	0	0	7.904	0	158	
4,52											Total Horas (Hnor+Hext)		8.062

Figura. 5.1.2. Cálculo de horas anuales

Para el cálculo de las horas anuales según la plantilla definida se tiene en cuenta lo siguiente:

- Cada operario tiene una jornada anual aproximada de 1750 horas
- Respecto los días de presencia se excluyen fines de semana y festivos
- Está previsto cubrir las vacaciones
- Se ha considerado un 2% de absentismo por enfermedad común considerando que en promedio una persona puede ausentarse 3 días/año debido a una gripe por ejemplo.

El resultado del cálculo se ilustra en figura 5.1.2. Sobre las horas de preventivo determinadas en esta tabla se ha de considerar un incremento en concepto de atención a mantenimiento correctivo. Teniendo en cuenta la incertidumbre respecto las horas que puedan ser necesarias se ha tenido en cuenta el histórico de trabajos de mantenimiento correctivo realizados durante el ejercicio, de los cuales, se ha estimado la carga de trabajo. El resultado obtenido corresponde a tres trimestres, por lo que su valor se extrapola a la carga de trabajo anual, siendo de 300 horas.

Las horas totales necesarias para realizar el mantenimiento íntegro se estima en 8.362 horas, por lo que sería necesario disponer de un equipo de 5 personas en total, 4 de presencia mínima.

5.2 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Según el volumen de operaciones de mantenimiento que se estima realizar y bajo el criterio de disponer de un plan de mantenimiento dinámico que pueda ser actualizado según las necesidades de servicio se propone la implantación de un sistema de gestión de mantenimiento.

Se plantea como posible opción de eficiencia y eficacia implementar el plan de mantenimiento propuesto en un sistema de gestión asistido por ordenador (GMAO)

Una buena elección del GMAO es importante para asegurar que la gestión de mantenimiento funciona, ya que si no se dispone de una buena herramienta el trabajo puede ser ineficiente y económicamente insostenible. A continuación detalla algunos criterios que pueden clave:

Facilidad de manejo

Es importante que el programa sea intuitivo y fácil de manejar por cualquier trabajador. Este aspecto evita la especialización y acorta los periodos de adaptación y formación de las personas que lo utilizan.

Potencia

No por el hecho que un programa sea más potente que otro será mejor, ni tampoco si ocurre lo contrario. El programa a elegir debe disponer de la potencia acorde a las necesidades del servicio. Como ejemplo se puede citar ambos casos; si necesitamos realizar un control de rotura de stocks en un almacén de recambios necesariamente el programa a elegir debe disponer de la suficiente potencia para abordar este tema o de lo contrario necesitaremos herramientas alternativas que dificultarán o simplemente hará inviable el procesado de datos. Por otro lado en el caso que solamente se realiza una gestión de órdenes de trabajo sin vínculos con la gestión de recambios, energías, facturación u otros, no será adecuado elegir un programa muy potente, pues de ser así se perderá demasiado tiempo en realizar operaciones elementales, además que por regla general su manejo es más complejo.

Coste

Se ha de tener en cuenta el coste de la herramienta, ya que existen variaciones significativas de precio entre las diferentes soluciones existentes en el mercado. Por regla general se debe tener en cuenta un posible coste inicial de licencia si la base de datos es de propietario. Además existirá un coste anual de mantenimiento que suele incluir el soporte técnico del funcionamiento de la herramienta, pero no suele incluir el coste de implantación y actualización de la misma. Dicho esto, elegir un programa con una potencia sobredimensionada a las necesidades implicará incrementar por un lado, el coste de licencia y mantenimiento y por otro también el coste de implantación y actualización.

Conectividad

Según la ubicación de la base de datos nos encontraremos las siguientes topologías:

1. Base de datos en servidor Web.
2. Base de datos en servidor local.
3. Base de datos en el propio equipo.

A continuación se expone una comparativa de las ventajas e inconvenientes que presenta cada una de ellas.

Ubicación de la BD	Ventajas		Inconvenientes	
Servidor web	Transparencia	Facilidad para centralizar resultados	Necesita conexión de banda ancha fiable y permanente	Velocidad de acceso
Servidor local	Transparencia entre departamentos del centros de trabajo	Velocidad de acceso	Opacidad fuera del centro de trabajo	Dificultad para centralizar resultados. Dependencia de la política de privacidad de datos del centros de trabajo
Equipo	Velocidad de acceso	Solamente necesita conectividad para el reporte de la BD	No se dispone de la información en tiempo real	Opacidad si no se facilita el reporte de la BD

Figura. 5.1.2. Cuadro comparativo empírico acerca de la ubicación de la base de datos

Velocidad

La herramienta ha de ser rápida tanto en la entrada de datos como en el procesado de los mismos. Un GAMO que necesita el doble de tiempo respecto a otro para generar una orden de trabajo, implica que necesita el doble de recursos administrativos para su explotación

Soporte técnico

El soporte técnico que ofrece el proveedor del programa GMAO ha de ser ágil y efectivo, para evitar despilfarros por tiempos muertos inasumibles.

Accesibilidad a la BD

El programa GMAO ha de ser fácilmente accesible desde otras herramientas informáticas como Access, Excel, etc. De esta forma será posible automatizar tanto la puesta en marcha del GMAO (inventario, importación de gamas de mantenimiento, planificación anual,..) como el reporte de resultados.

La implantación del GMAO requiere una inversión de tiempo inicial en definir el constructor de cada una de las bases de datos que lo componen. Concretamente en Semesa la carga de trabajo necesaria se puede reuducir a solamente la carga administrativa de entrada de datos o de carga automática de tablas, según el GMAO. El plan de mantenimiento definido en el presente trabajo contempla la posibilidad de ser migrado a un GMAO, por lo que solamente sería necesario adaptar los formatos, si procede.

Las funciones básicas mínimas que debería cumplir un GAMO son las siguientes:

Inputs

- Lanzamiento órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo programado y correctivo si se da el caso asignadas a equipos.
- Entrada de datos acerca de las operaciones de mantenimiento realizadas, utilizando para ello el parte de trabajo diario.
- Entrada de resultados de mediciones durante la ejecución de ensayos y verificaciones.
- Entrada de horas de trabajo realizadas asignadas a órdenes de trabajo.

Outputs

- Seguimiento de histórico de las operaciones de mantenimiento realizadas.
- Resultados de la ejecución de tareas de mantenimiento predictivo.
- Seguimiento de indicadores de mantenimiento.

Proceso operativo

A continuación se muestra un ejemplo del proceso operativo a seguir una vez el GMAO está implantado y en funcionamiento.

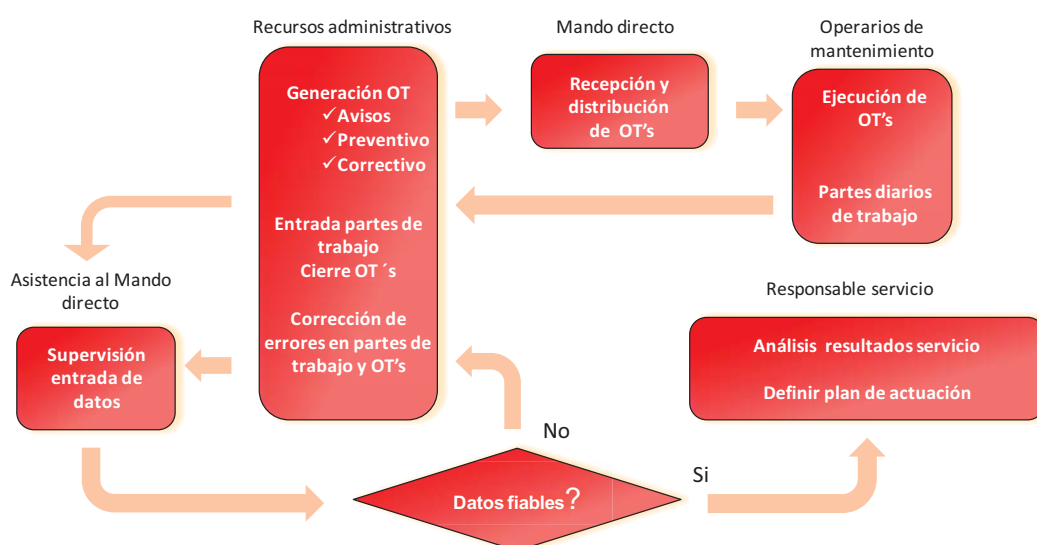


Figura. 5.1.1. Proceso de entrada y salida de datos de un sistema de gestión de mantenimiento.

Indicadores

Los siguientes indicadores de mantenimiento podrían ser un buen punto de partida en Semesa:

Cumplimiento preventivo: Mide el cumplimiento del plan semanal de mantenimiento

$$\text{Cumplimiento preventivo} = \frac{\text{Preventivos realizados}}{\text{Preventivos planificados}} * 100$$

Error de tiempo: Mide la desviación entre el tiempo real de ejecución y el tiempo programado. Inicialmente servirá para ajustar el plan de mantenimiento a la situación real. Posteriormente puede ser una forma de detectar complicaciones en la ejecución de operaciones de mantenimiento.

$$\text{Error de tiempo} = \frac{\sum \text{tiempos previstos} - \sum \text{Tiempo de intervención}}{\sum \text{tiempos previstos}} * 100$$

MTTR: Este indicador nos aporta información acerca del tiempo que se necesita en realizar una operación de mantenimiento. Puede ir referido a la planta en conjunto o a una máquina concreta, según la necesidad.

$$MTTR = \frac{\sum \text{Tiempos de intervención}}{\sum \text{Ordenes de trabajo cerradas}}$$

DISPONIBILIDAD: Aporta información sobre el tiempo que la máquina o planta en general está disponible para poder producir.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\sum \text{Tiempo de parada por avería}}{\text{Tiempo de producción planificado}} * 100$$

MTBF: Este indicador puede alertar del aumento de la relevancia de las averías. Si son paralizantes entonces el MTBF será mayor respecto el mismo número de averías que se han resuelto sin parar la máquina o bien parando un tiempo mínimo.

$$MTBF = \frac{\sum \text{Averías producidas}}{\text{tiempo de producción planificado} - \sum \text{tiempos de paro por avería}}$$

En este caso el MTBF tiene en cuenta el tiempo que la máquina está parada por avería y en consecuencia no se considera en el cálculo.

5.3 MEDIOS Y HERRAMIENTAS

Para poder realizar las tareas de mantenimiento será necesario disponer de un mínimo de herramientas y medios auxiliares los cuales se describen a continuación de forma no exhaustiva:

Herramientas de mano

- ✓ Llave fija: 6 - 7 hasta 30 - 32
- ✓ Llave estrella acodada 6 - 7 hasta 30 - 32
- ✓ Llaves estrella plana: 6 - 7 hasta 30 - 32
- ✓ Llave extensible
- ✓ Llave inglesa 6"
- ✓ Llave inglesa 10"
- ✓ Llave inglesa 12"
- ✓ Juego de llaves Allen bola
- ✓ Juego de llaves Torx
- ✓ Juego destornilladores aislados
- ✓ Broca progresiva
- ✓ Juego de brocas de pared y metal
- ✓ Juego de machos
- ✓ Destornillador extra corto punta plana
- ✓ Destornillador extra corto punta estrella
- ✓ Calibrador (pie de rey)

- ✓ Juego de limas acabado fino (Redonda, media caña, plana, triangular)
- ✓ Juego de limas acabado medio (Redonda, media caña, plana, triangular)
- ✓ Juego botadores
- ✓ Arco de sierra
- ✓ Escuadra
- ✓ Nivel
- ✓ Flexómetro
- ✓ Escarpa
- ✓ Juego de cinces y buriles
- ✓ Espátula
- ✓ brocha
- ✓ Martillo
- ✓ Maza nilon
- ✓ Alicates universales aislados
- ✓ Alicates corte aislados
- ✓ Alicates punta plana aislados
- ✓ Pela cables
- ✓ Tijeras electricista
- ✓ Prensa terminales
- ✓ extractor de fusibles de cuchilla BT
- ✓ Cutter
- ✓ Pinza amperimétrica AC/DC 600 V, 1000 A
- ✓ Multímetro digital
- ✓ Linterna
- ✓ Soldador de estaño

5.4 HERRAMIENTAS COMUNES

Se deberá disponer de herramientas, que bien por su menor uso, mayor tamaño y coste son compartidos por el equipo de mantenimiento. A continuación se detalla las necesidades más habituales:

- ✓ Mega Óhmetro (Medidor de aislamiento eléctrico)
- ✓ Termómetro de infrarrojos
- ✓ Máquina de taladrar portátil con percutor
- ✓ Radial
- ✓ Grupo de soldadura por electrodo
- ✓ Soplete de oxicorte
- ✓ Juego de vasos y llaves de carraca
- ✓ Remachadora
- ✓ Polipasto
- ✓ Juego de sacabocados o broca progresiva
- ✓ Escalera plegable

5.5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y UNIFORMIDAD

El departamento de prevención determinará los equipos de protección individual necesarios para realizar los trabajos de mantenimiento.

De forma orientativa se detalla un listado de equipos de protección individual que pueden necesitarse.

- ✓ Protectores auditivos que cumplan con las normas EN-352 y EN-458
- ✓ Gafas protectoras.
- ✓ Mascarillas filtrantes para la protección de las vías respiratorias frente al polvo.
- ✓ Calzado de seguridad con suela aislante y protección contra la caída de objetos.
- ✓ Guantes aislantes clase 0 (1000V)
- ✓ Guantes de protección contra cortes y aceites irritantes.
- ✓ Arnés de seguridad anti caída que cumpla con la norma EN-361
- ✓ Uniformidad o chaleco reflectante.

5.6 MEDIOS AUXILIARES

De forma ocasional podrá ser necesario el uso de los siguientes medios auxiliares

- ✓ Brazo elevador articulado o tijera según necesidad puntual
- ✓ Carretilla elevadora

5.7 FORMACIÓN MÍNIMA EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

El departamento de prevención dictaminará la formación necesaria en este ámbito para poder realizar los trabajos de mantenimiento.

De forma generalizada la formación mínima que puede ser requerida se detalla a continuación.

- ✓ Formación básica de prevención de riesgos laborales.
- ✓ Formación de personal para ejercer como recurso preventivo (mínimo 1 operario).
- ✓ Trabajos en altura.
- ✓ Plataformas elevadoras.
- ✓ Carretillas elevadoras y puentes grúa.
- ✓ Riesgo eléctrico.

6 ESTUDIO ECONÓMICO

En el capítulo anterior se ha determinado la carga de trabajo anual de mantenimiento preventivo y correctivo. El resultado obtenido tiene asociado un coste económico, que junto el resto de costes de los medios necesarios para ejecutar el plan de mantenimiento configuran el coste anual total estimado. Este coste no contempla costes de gestión propios del personal indirecto que pertenece a la estructura de una compañía.

6.1 DETERMINACIÓN DEL COSTE DE MANO DE OBRA

COSTE EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO							
Horas convenio	1.750	salario bruto	Coste empresa	Coste empresa unitario	Horas /año	CMO preventivo	%
Jefe de equipo		24.000,00 €	33.072,00 €	18,90 €	1.750	33.072,00 €	
Oficial 1ª electromecánico		22.000,00 €	30.316,00 €	17,32 €	3.500	60.632,00 €	
Oficial 3ª electromecánico		19.000,00 €	26.182,00 €	14,96 €	3.500	52.364,00 €	
Mano de obra mto				16,69 €	8.750,00 €	146.068,00 €	
				Coste empresa unitario electromecanico	Horas correctivo	CMO correctivo	
Mano de obra Correctivo				16,69 €	300,00 €	5.008,05 €	
Mano de obra preventivo				16,69 €	8.450,00 €	141.059,95 €	

Figura 6.1.1.Coste de mano de obra

Sobre la tabla anterior se hacen las siguientes consideraciones:

- ✓ Se considera un calendario anual de 1750 horas, que en función del convenio colectivo al que esté sujeto el personal de mantenimiento puede variar.
- ✓ El coste de empresa se determina como el salario bruto de los operarios más la aportación de la empresa a la seguridad social. Teniendo en cuenta que el coste de las aportaciones depende de la modalidad de contratación se ha estimado un 37,8% de incremento sobre el salario bruto como dato aproximado.

Además de los costes de mano de obra se han de considerar otros costes materiales, los cuales se añaden a continuación:

RESUMEN DE COSTES DE EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	Coste	%
Mano de obra Preventivo	141.060 €	62%
Mano de obra Correctivo	5.008,05 €	2%
Subcontrataciones	7.652 €	3%
Materiales, recambios	59.727,00 €	26%
Grasas, aceites, filtros, pequeño material de ferretería y otros consumibles	3.500 €	2%
Alquiler de medios auxiliares	6.000,00 €	3%
Coste anual herramientas (Compra Amortizada en tres años)	950 €	0,4%
Uniformidad, EPI + Formación inicial PRL	1.800,00 €	1%
Total	225.696,75 €	100%

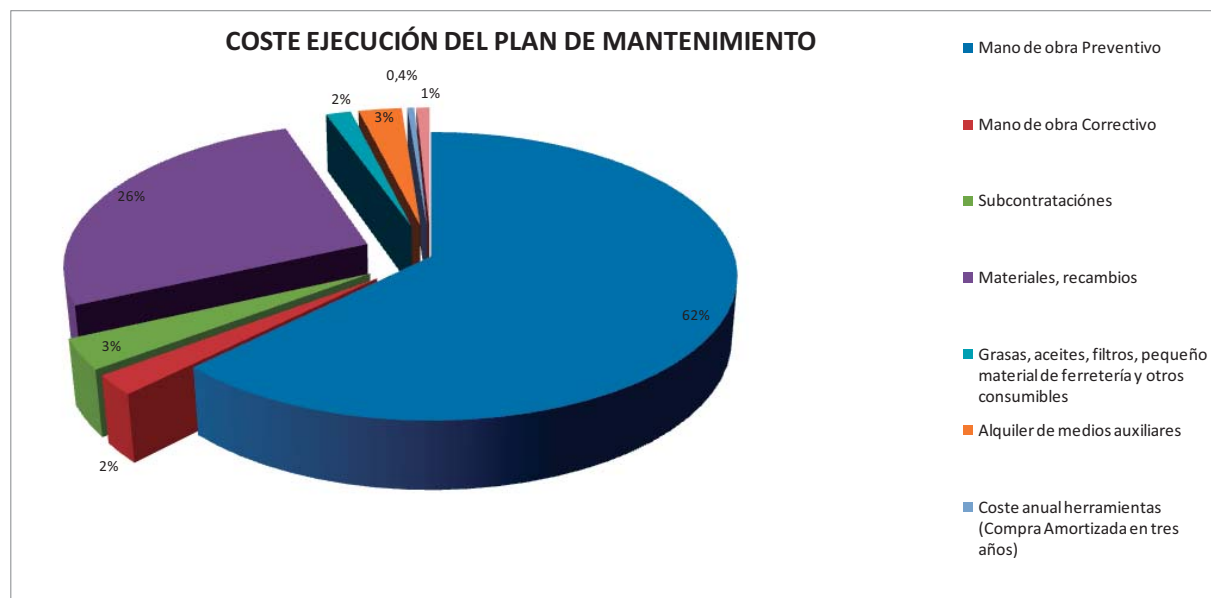


Figura 6.1.1.Previsión de costes de ejecución del plan de mantenimiento.

El coste de materiales de recambio y subcontrataciones se ha determinado según el histórico de compras durante 2016 realizado en la planta de voluminosos por Semesa. El coste total se ha extrapolado al ejercicio anual.

El resultado económico no tiene en cuenta el margen que pueda ser aplicado en el caso de externalizar el servicio de mantenimiento de voluminosos.

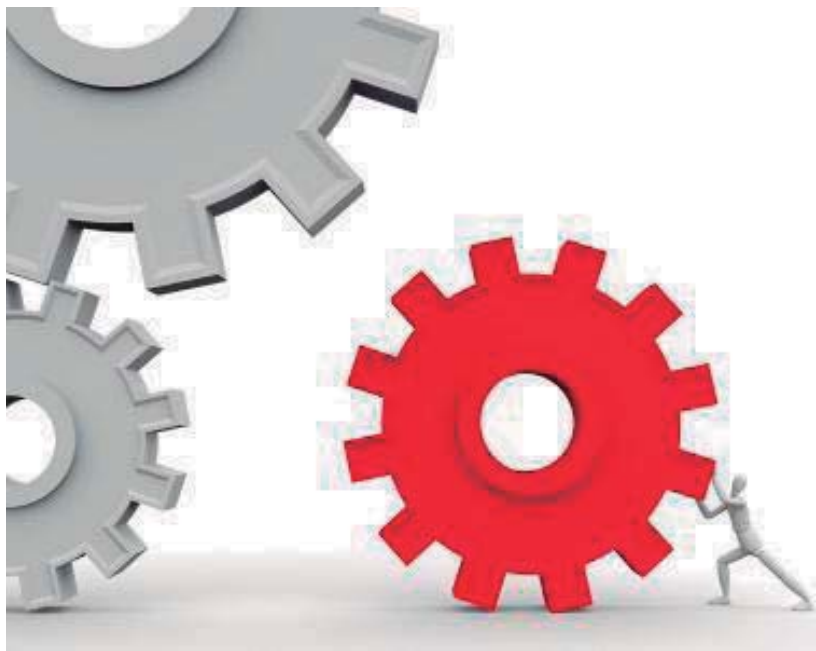
7 ANEXO 1: FICHAS DE EQUIPOS

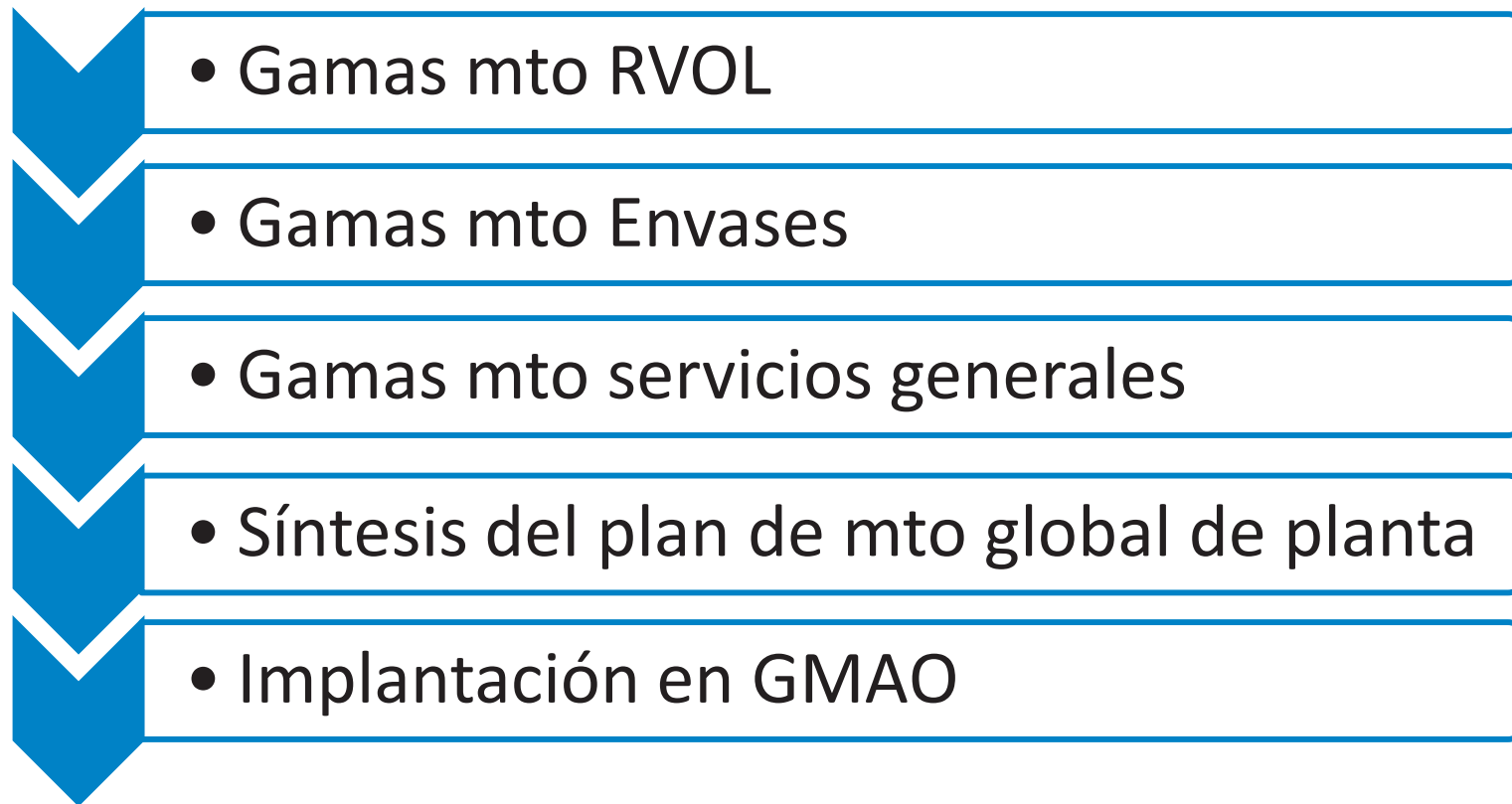
8 ANEXO 2: GAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

9 ANEXO 3: FICHAS DE ENGRASE



PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GLOBAL DEL CTRM DE GAVÀ



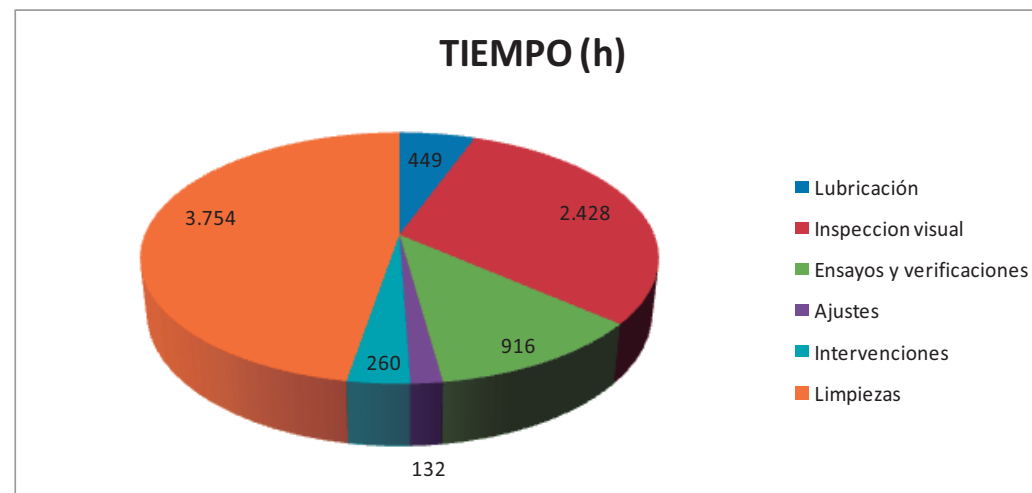


Criterio de síntesis: Segregar del plan mantenimientos susceptibles de externalización debido a:

- ✓ Imperativo legal (Empresas incritas en el RASIC)
- ✓ Trabajos con escaso Know how o con poco riesgo si se externalizan.
- ✓ Tareas muy especializadas (Calibraciones, verificaciones con certificación, etc)
- ✓ Estrategias comerciales: Alquiler con servicio de mto o suministro de fluidos con mto, suministro de repuestos con servicio de instalación.
- ✓ Preventivos de alta carga de trabajo. Condiciona la atención de correctivos debido a la concentración de recursos.

Plan de mantenimiento inicial

DESCRIPCION	TIEMPO (h)	% TIEMPO
Lubricación	449	6%
Inspeccion visual	2.428	31%
Ensayos y verificaciones	916	12%
Ajustes	132	2%
Intervenciones	260	3%
Limpiezas	3.754	47%
	7.940	100%



1.700 horas anuales convenio útiles ➡ **4,67 personas**

Tareas a excluir del plan de mantenimiento interno

- ✓ Tareas de limpieza.
- ✓ Preventivos de cintas (Externalizado)
- ✓ Preventivos con frecuencia > anual (Rodamientos, casquillos, juntas cilindros, ...)

Se reduce el 50% de la carga de trabajo el total de las tareas excluidas del plan

Plan de mantenimiento inicial

DESCRIPCION FAMILIA	Nº MAQUINAS	%	TIEMPO (h)	% TIEMPO	Nº PERSONAS	Lubricación	Inspección visual	Ensayos y verificaciones	Ajustes	Intervenciones	Limpieza de 1º nivel	Limpieza técnica especializada
TRANSPORTADOR DE CADENAS	2	2,5%	660	3%	0,30	0,03	0,15	0,04	0,00	0,01	0,14	0,03
CINTA TRANSPORTADORA	47	55,3%	10.317	46%	6,07	0,16	2,89	0,64	-	0,57	1,80	-
TROMEL	1	1,2%	498	2%	0,29	0,00	0,10	0,05	-	0,02	0,12	0,00
ESTACIÓN COMPACTADORA: GENERAL	1	1,2%	303	1%	0,18	-	0,03	0,01	-	0,00	0,14	0,00
ESTACIÓN COMPACTADORA: INSTALACIÓN COMPACTADORA	1	1,2%	195	1%	0,11	0,00	0,05	0,01	0,01	0,00	0,04	0,01
ESTACIÓN COMPACTADORA: INSTALACIÓN DE TRASPORTE	1	1,2%	66	0%	0,04	0,01	0,02	0,01	-	0,00	0,01	-
ESTACIÓN COMPACTADORA: CONTENEDORES	1	1,2%	19	0%	0,01	0,00	0,00	-	-	-	0,00	-
ABREBOLSAS	1	1,2%	757	3%	0,45	0,04	0,05	0,01	0,01	0,04	0,26	0,03
BALISTICO SUPERIOR	1	1,2%	1.184	5%	0,70	0,03	0,19	0,02	-	0,02	0,42	0,02
BALISTICO INFERIOR	1	1,2%	1.184	5%	0,70	0,03	0,19	0,02	-	0,02	0,42	0,02
SEPARADOR MAGENTICO	2	2,4%	478	2%	0,28	0,01	0,11	0,02	-	0,02	0,11	0,01
CINTA ACELERADORA	4	4,7%	881	4%	0,52	0,01	0,25	0,05	-	0,05	0,15	-
SEPARADOR OPTICO	4	4,7%	1.363	6%	0,80	-	0,12	0,04	0,03	0,02	0,52	0,08
SEPARADOR DE INDUCCIÓN	1	1,2%	300	1%	0,18	0,01	0,08	0,01	0,00	0,01	0,07	0,00
PINCHABOTELLAS PET	1	1,2%	479	2%	0,28	0,01	0,04	0,03	0,01	0,01	0,17	0,01
PRENSA METALES CH-50	1	1,2%	351	2%	0,21	0,01	0,06	0,02	0,01	0,02	0,09	0,01
PRENSA ALUMINIO CH-40	1	1,2%	333	1%	0,20	0,01	0,06	0,02	0,01	0,01	0,09	0,01
SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: GENERAL + CONDUCTOS	1	1,2%	313	1%	0,18	-	0,03	0,02	-	0,01	0,13	0,00
SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: VÁLVULA GIRATORIA	1	1,2%	67	0%	0,04	0,01	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,01
SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: VENTILADOR DE RECIRCULACIÓN	1	1,2%	111	0%	0,07	0,01	0,02	0,00	-	0,00	0,02	0,01
SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: SEPARADOR DE AIRE	1	1,2%	29	0%	0,02	0,00	0,00	-	-	-	0,01	-
SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: SEPARADOR COMBI	1	1,2%	42	0%	0,02	-	0,00	0,00	-	-	0,02	-
SISTEMA CAPTACIÓN DE FILM: FILTRO DE MANGAS	1	1,2%	57	0%	0,03	-	0,00	0,00	-	0,00	0,03	-
COMPRESOR DE AIRE MISTRAL 60B	2	2,4%	182	1%	0,11	0,00	0,06	0,01	-	0,01	0,01	0,02
PRENSA FILM IMABE	1	1,2%	667	3%	0,39	0,02	0,11	0,03	0,01	0,01	0,19	0,02
INSTALACION CCTV	1	1,2%	103	0%	0,06	-	0,01	0,01	-	0,02	-	0,02
CUADROS ELÉCTRICOS CENTRALIZADOS	1	1,2%	34	0%	0,02	-	0,01	0,01	-	0,00	-	0,00
PRENSA MULTIMATERIALES PAAL	1	1,2%	667	3%	0,39	0,02	0,11	0,03	0,01	0,01	0,19	0,02
PRENSA MULTIMATERIALES FAES	1	1,2%	667	3%	0,39	0,02	0,11	0,03	0,01	0,01	0,19	0,02
Total	85	100,0%	22.313	100%	13,13	0,43	4,86	1,15	0,12	0,90	5,32	0,35

Tareas a excluir del plan de mantenimiento interno

- ✓ Tareas de limpieza.
- ✓ Preventivos de cintas (Externalizado)
- ✓ Preventivos con frecuencia > anual (Rejillas de cribado y cigüeñales balístico, rodamientos, latiguillos,..)

Reducción del 73%

Reducción del 11%

Plan de mantenimiento inicial

		GAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
FAMILIA: BOCAS DE INCENDIO (BIE)		CÓDIGO: PIC3M040	FRECUENCIA: TRIMESTRAL	Hoja 1/2
OPR	ELEMENTO	OPERACIONES A REALIZAR	ESTADO	PROCEDIMIENTO
K63MIEM1	Bocas de incendio equipadas (BIE)	Comprobación de la buena accesibilidad, y señalización de los equipos	Marcha	
K63MIEM2	Bocas de incendio equipadas (BIE)	Inspección de todos los componentes, desenrollar la manguera y accionamiento de la boquilla en todas sus posiciones	Marcha	
K63MIEM3	Bocas de incendio equipadas (BIE)	Comprobación por lectura de manómetro, de la presión de servicio	Marcha	
K63MLPM1	Bocas de incendio equipadas (BIE)	Limpieza del conjunto	Marcha	
K63MEPM1	Bocas de incendio equipadas (BIE)	Engrase de cierres y bisagras en puertas del armario	Marcha	
K63MIEM4	Bocas de incendio equipadas (BIE)	BIES-45 la manguera debe estar conectada a la válvula de agua y tiene colocada de manera permanente la lanza-boquilla	Marcha	

51 instalaciones definidas
1.569 Operaciones de revisión (OPR)

Tareas a excluir del plan de mantenimiento interno

✓ Todo externalizado menos mto de maquinaria de taller

FAMILIA	HORAS ANUALES	%
BASCULAS	242,13	6,2%
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	986,05	25,4%
CLIMATIZACIÓN	573,00	14,7%
DDD	248,00	6,4%
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN	17,87	0,5%
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN	412,83	10,6%
RED DE AGUA, SOLAR TÉRMICA	136,55	3,5%
GASES COMPRIMIDOS	2,17	0,1%
PARARRAYOS	39,33	1,0%
ESPACIOS CONFINADOS	2,25	0,1%
INSTALACIONES PETROLIFERAS	5,85	0,2%
PUENTE GRUA	10,33	0,3%
EQUIPOS DE PROTECCIÓN	24,50	0,6%
PUERTAS AUTOMÁTICAS	101,47	2,6%
CONTROL DE ACCESOS	6,32	0,2%
INSTALACIÓN DE PLUVIALES	896,00	23,0%
VENTILACIÓN FORZADA	23,23	0,6%
MAQUINA HERRAMIENTA	46,73	1,2%
VEHICULOS AUTOPROPULSADOS	28,43	0,7%
DETECCIÓN DE CHISPAS	22,73	0,6%
PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES	35,51	0,9%
CCTV	27,00	0,7%
TOTAL	3.888,30	100%

Implantación preventivo	nº Maquinas	%	Envases	Rvol	Servicios generales
Interno	92	46,7%	29	55	8
Externo	105	53,3%	56	6	43
Total	197	100%	85	61	51

	nº Maquinas	%	nº OPM	%
Envases	29	31,5%	1.150	35,3%
Rvol	55	59,8%	2.006	61,6%
Servicios generales	8	8,7%	102	3,1%
Total	92	100%	3.258	100%

Frecuencia	Nº OPM	Envases	Rvol	Servicios general	
Semanal	514	15,8%	238	272	4
Quincenal	82	2,5%	72	10	0
Menusal	941	28,9%	354	587	0
Bimensual	204	6,3%	30	174	0
Trimestral	196	6,0%	89	104	3
semestral	777	23,8%	247	530	0
Anual	543	16,7%	120	329	94
Bienal	1	0,0%	0	0	1
Total	3258	100,0%	1150	2006	102
			35,3%	61,6%	3,1%

Mto interno			Plan inicial		% interno
	nº OT mto preventivo/año	%	nº OT mto preventiv	%	
Envases	1.248	32,3%	8.787	57%	14%
Rvol	2.414	62,6%	5.920	39%	41%
Servicios generales	196	5,1%	627	4%	31%
Total	3.858,00	100,0%	15.334,00	100,0%	25%

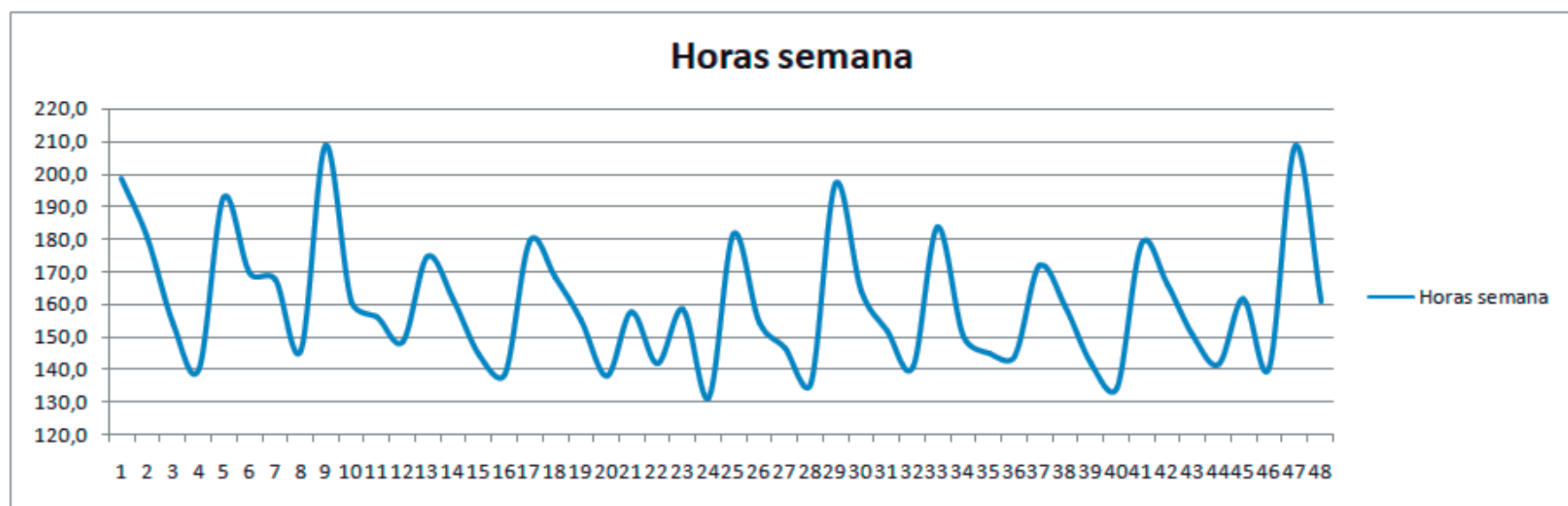
Si el plan se cumple en 48 semanas trabajando 5 días/semana entonces ≈ 16 OT/día

Mto interno				Plan inicial			
Horas de convenio útiles				1.700			
	Total Horas anuales	%	nº personas	Total Horas anuales	%	nº personas	% interno
Envases	3.652,98	47,5%	2,15	22.313,00	65%	13,13	16,4%
Rvol	3.985,15	51,9%	2,34	7.940,00	23%	4,67	50,2%
Servicios generales	47,48	0,6%	0,03	3.888,30	11%	2,29	1,2%
Total	7.685,62	100,0%	4,52	34.141,30	100%	20,08	22,5%

3, 5 \approx 4 OT/persona/ jornada

Considerando 3 minutos de gestión por OT, aprox la carga de trabajo administrativa diaria media es del 2,5%.

	Total Horas anuales	%	Promedio semanal
Envases	3.652,98	47,5%	76,10
Rvol	3.985,15	51,9%	83,02
Servicios generales	47,48	0,6%	0,99
Total	7.685,62	100,0%	160,12



INTERVALO DE FRECUENCIAS	+/- nº SEMANAS
$\leq 2M$	0
$2M < f \leq 4M$	1
$4M < f < 1A$	2
$> 1A$	4

Categoría	TURNOS / N° OPERARIOS TEÓRICOS									Teórico o / 1,00	dias de trabajo				Total H. Normales
	Lunes - Viernes			Sábados			Domingos y Festivos			1700	212,5			8	
	M	T	N	M	T	N	M	T	N	FTE	M	T	N		
										0,00	0	0	0	0	0
										0,00	0	0	0	0	0
Jefe de equipo		1,00								1,00	0	1.700	0		1.700
Oficial electromecánico			1,00							1,00	0	0	1.700		1.700
Oficial electromecánico			1,00							1,00	0	0	1.700		1.700
Oficial electromecánico			1,00							1,00	0	0	1.700		1.700
Oficial electromecánico			1,00							1,00	0	0	1.700		1.700
										0,00	0	0	0	0	0
										0,00	0	0	0	0	0
										0,00	0	0	0	0	0
										0,00	0	0	0	0	0
personal teórico	0	1	4	0	0	0	0	0	0	5,00	0	1.700	6.800		8.500
personal real	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00					

Jefe de equipo:

Movimiento entre turno de tarde y noche según necesidad. Enlace entre turnos.

Asistencia a averías durante turno de tarde.

Tareas de asistencia al responsable de mto.

- ✓ Reparto y supervisión de cierre de OT.
- ✓ Preparación de herramientas consumibles y materiales necesarios en los preventivos.
- ✓ Gestión de correctivos programados derivados del preventivo.
- ✓ Feedback de resultados y ayuda en la actualización de gamas.

Coste personal en el supuesto de no externalizar servicios

Coste personal mto interno

COSTE PERSONAL			
uds	Horas convenio	salario bruto	Coste empresa (34,5%) Total CMO
1	Jefe de equipo	25.000,00 €	33.625,00 €
12	Oficial electromecánico	24.000,00 €	32.280,00 €
8	Especialista	19.000,00 €	25.555,00 €
21 Mano de obra mto preventivo			625.425,00 €

COSTE PERSONAL			
uds	Horas convenio	salario bruto	Coste empresa (34,5%) Total CMO
1	Jefe de equipo	25.000,00 €	33.625,00 €
4	Oficial electromecánico	24.000,00 €	32.280,00 €
5 Mano de obra mto preventivo			162.745,00 €

FAMILIA	PRECIO EXTERNO
BASCULAS PRODUCCIÓN	4.060,37 €
BASCULAS CONTROL ACCESOS	11.340,00 €
CCTV	
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	30.177,15 €
CLIMATIZACIÓN	21.336,00 €
DDD	4.795,00 €
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN	634,20 €
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN	15.289,60 €
RED DE AGUA, SOLAR TÉRMICA	1.083,82 €
GASES COMPRIMIDOS	
PARARRAYOS	1.488,00 €
ESPACIOS CONFINADOS	
INSTALACIONES PETROLIFERAS	
PUENTE GRUA	165,00 €
EQUIPOS DE PROTECCIÓN	1.667,00 €
PUERTAS AUTOMÁTICAS	4.480,00 €
CONTROL DE ACCESOS	350,00 €
INSTALACIÓN DE PLUVIALES	25.800,00 €
VENTILACIÓN FORZADA	
MAQUINA HERRAMIENTA	
VEHICULOS AUTOPROPULSADOS	
DETECCIÓN DE CHISPAS	
PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES	
TOTAL	122.666,14 €

Pedidos puntuales??

FAMILIA	PRECIO EXTERNO	COMENTARIOS
Cintas transportadoras	117.468,66 €	
Limpieza planta	306.422,02 €	Incluye limpieza oficinas
Tromel, Abre bolsas y balísticos (stadler)	409.232,37 €	Suministro y montaje de repuestos
Prensas	29.975,97 €	
Visores ópticos	4.795,72 €	
CCTV	3.808,45 €	
TOTAL	871.703,19 €	